



Henk Barendregt in 1967

Liber Amicorum

in honor of

Henk Barendregt

on the occasion of
his valedictory lecture

October 1, 2015



Cover: Leon à Campo, photo by Lidia van der Vegt

Frontispiece: *Klap* no. 2 or 3 (see page 39), photo by Ger van Leeuwen

Foreword

Dear Henk,

This Liber Amicorum is a present for you on the occasion of your valedictory lecture and your official departure from the Radboud University. We have collected contributions from people that are close to you, scientifically, musically, personally, Buddhistically, mindfully or in some other way. We have tried to invite as many people as possible to contribute, in a rather short period, without accidentally also inviting you. Some people have not been able to contribute due to time constraints. There also will be people that we have failed to ask. We offer our apologies to those that would have liked to write something for this Liber Amicorum but were unaware of this initiative.

We have greatly enjoyed your inspiring presence, as a researcher, as a teacher and as a colleague, and we hope that we will continue to be in touch now that your position at the Radboud University has officially stopped.

Herman Geuvers
Nicole Messink
Freek Wiedijk

Contributions

Henk, waren wij 19 of 20 toen wij elkaar leerden kennen? Het was in ieder geval in 1969 in het Nesko, het Nederlands Studenten Kamer Orkest. Joop van Zon dirigeerde, Marien van Staal was solist, Henk was paukenist en ik was de eerste hoboïst. We speelden onder andere de Praagse Symfonie van Mozart en Pastorale d' Été van Honegger. We repeteerden op de hei in Hattem. Veel ben ik vergeten maar er zijn ook onvergetelijke herinneringen en niet alleen vanwege het musiceren. Waar hadden we het over in onze gesprekken? Bij mijn weten nauwelijks over wiskunde, laat staan Lambda Calculus, maar ongetwijfeld over muziek en verder over alle dingen waar het brein van jonge mensen, in ons geval van jonge mannen, dagelijks zo veel tijd mee bezig is.

Het brein. Die week op de hei in Hattem bleek dat Henk kon hypnotiseren. Hij had het van zijn vader geleerd en hij demonstreerde dat 's avonds in een slaapzaal tussen de stapelbedden. Vooral de trompettist was er zeer gevoelig voor. De sessie waarbij voor hem water in bier en bier in water veranderde als de plafondlamp uitging staat nog scherp op mijn netvlies gegrift:

1. de trompettist (plafondlamp aan) neemt een slok uit zijn glas water / hij lijkt naar de niet aanwezige schuimkraag te kijken en zegt: *lekker biertje!*
2. tijdens een nieuwe slok: plafondlamp uit / de trompettist spuugt de slok bier uit: *getverdemme, ik zit hier gewoon water te drinken.*

Het was een fascinerende demonstratie van een onbegrijpelijke activiteit van het menselijke brein.

Na die week kon ik ook hypnotiseren. Mijn beste prestatie is dat ik op een bruiloft een man van zijn zware migraine heb afgeholpen. Het was helemaal over maar hij voelde zich erg moe. Daarom nog een hypnose-sessie die hem energie moest geven en hij was daarna zo'n brok vitaliteit dat hij meteen met zijn vrouw naar een dancing wilde.

Het is niet algemeen bekend dat Henk naast zijn universitaire betrekkingen als hoogleraar jarenlang een ander professoraat heeft vervuld, namelijk bij het VU-Orkest, waar Henk enige jaren na het Nesko voor 23-24 jaar vaste paukenist werd. Hij is daar door mij tijdens de repetities vaak Professor Zonnebloem genoemd vanwege zijn kalende schedeldak. Ik hoor nog de luide schaterlach van Henk als ik hem Zonnebloem noemde. Die vergelijking ging alleen op voor de bovenkant van de buitenkant van de schedel, ik heb Henk nooit met een snor of sik gezien. Wat het ook zo grappig maakte was dat het qua binnenkant, het brein, niet klopte: Professor Zonnebloem is het archetype is van een prettig gestoorde pseudo-geleerde.



In het VU-Orkest hebben Henk en ik onze gezamenlijke liefde voor Strawinsky kunnen uitleven. Henk heeft daar zijn eerste *Le Sacre du Printemps* gespeeld, Petrosjka, De Vuurvogel, maar ook grote symfonische werken van Debussy en Ravel, Mahler, Bartók, Sjostakowitsj. Als paukenist onderging Henk zo veel mogelijk de totaliteit van het muziekstuk, hij luisterde naar het geheel en speelde vanuit een contextuele flow. Dat zijn altijd de leuke spelers voor een dirigent. We hadden het regelmatig over het menselijk brein, bijvoorbeeld hoe merkwaardig het is dat je op een concert met al je concentratie voor 100% in 'de Sacre' kunt zitten en op een zeker moment opeens kunt opmerken dat er iemand met opvallend rood haar op rij 13 zit zonder dat dat je Sacre-ervaring verstoort.

Op een dag kreeg ik van Henk een brief van twee kantjes. In de eerste twee regels schreef hij dat hij me een geweldige dirigent vond en graag onder me speelde. Dat las als de opmaat tot iets heel anders. Er kwam een uitvoerige van argumenten en voorbeelden voorziene analyse van wat Henk als speler had ervaren als een tekortkoming in mijn repetitietechniek. De brief was inzicht bevorderend, een echt leermoment, ik heb hem helaas niet materieel bewaard, maar wel in mijn geheugen. En welke dirigent krijgt een mail uit Japan vanwaar zijn paukenist hem vraagt of zijn aanwezigheid op de zondag van het repetitieweekend gewenst is. Zo ja dan komt hij eerder terug van zijn wiskunde congres. Ook deze correspondentie is niet bewaard.

Naast zijn liefde voor Strawinsky heeft Henk altijd een grote ontvankelijkheid getoond voor de sensuele muziek van de Franse componisten Debussy en Ravel. Ik denk dat hij onder andere houdt van hun in een muzikale orde gesublimeerde sensualiteit. Het laatste lied uit *Shéhérazade* van Ravel, *L'Indifférent*, de tekst is van Tristan Klingsor, past zo goed bij de melancholie van Henk's afscheid, zijn sensuele gevoeligheid en zijn zen-besef van het voorbijgaan dat ik het heb vertaald als slot van mijn stukje.

L'Indifférent
 Tes yeux sont doux
 comme ceux d'une fille,
 Jeune étranger,
 Et la courbe fine
 De ton beau visage de duvet
 ombragé
 Est plus séduisante encore de ligne.
 Ta lèvre chante sur le pas de ma porte
 Une langue inconnue et charmante
 Comme une musique fausse.
 Entre!
 Et que mon vin te réconforte...
 Mais non, tu passes
 Et de mon seuil je te vois t'éloigner
 Me faisant un dernier geste
 avec grâce
 Et la hanche légèrement ployée
 Par ta démarche féminine
 et lasse...

De Onaangedane
 Je ogen zijn zacht
 als van die van een meisje,
 Jonge vreemdeling,
 En de fijne werving
 Van je mooie donzige gezicht
 in de schaduw
 Is nog verleidelijker van lijn.
 Je lip zingt op de drempel van mijn deur
 Een onbekende en innemende taal
 Als muziek die verkeerd wordt gespeeld.
 Kom binnen!
 Laat mijn wijn je verkwikken...
 Maar nee, je loopt door
 En vanachter mijn drempel zie ik je gaan
 Terwijl je een laatste gebaar naar me maakt
 met gratie
 En je heupen licht gebogen
 Door je vrouwelijke
 en vermoeide gang...

Heemstede 30-08-2015.

Daan Admiraal, dirigent

Dear Henk,

You have played an important role in my life. To start with, you are the second Dutchman I have met in my life. (With the first one I lost contact.) I met you first in Warsaw in 1974. You came there upon invitation of Witek Marek and gave a talk about Scott models for λ -calculus. I don't think we talked then.

Second time I met you already in the Netherlands, where I moved in 1974 for a year as a postdoc at the Catholic University of Nijmegen (now Radboud University). But from the beginning I had a different plan — my idea was not to return to Poland. Around Easter of 1975 I started to look actively for a job in the Netherlands and in confidence mentioned this to you. You had a revolutionary idea: “why don't you try to get a job in Computer Science”? According to you it was a budding new science and you thought that it would be easier for me to find a job in computer science than in mathematical logic, the subject of my PhD thesis. But you did not stop at this, in hindsight, brilliant suggestion. You contacted me with your colleague René Bourguignon, who worked at the Philips Research Center, I believe in Hilversum. (This Center was closed sometime later).

René had a pragmatic approach to my inquiry how to learn computer science (about which I knew nothing). He said (correctly) that there are two types of computer science, practical and theoretical, and lent me two books that illustrated this dichotomy and that he found worth studying: *Operating System Principles* by Brinch Hansen, and *Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation* by Hopcroft and Ullman. From the introduction to the second book I learned what a flowchart is, which I found fascinating and which made me interested in algorithms and programs.

To cut it short, I got as of September 1975 a one year postdoc position at Mathematisch Centrum (now CWI), upon promise that I shall learn computer science. After some time my contract was extended for another two years. These three years allowed me to learn enough of computer science to 'survive' after I had to leave Mathematisch Centrum and allowed me to continue happily to be a computer scientist until my retirement last year.

In short: I ended up in computer science thanks to you. (My initial preference was Economics, but after one failed meeting at the Erasmus University in Rotterdam I gave up.).

In 1975 my mother visited me in Amsterdam and you were so kind to invite me and her for a dinner at your mother. This way I could get a

glimpse at one half of the roots of your remarkable personality.

At this moment both of us are retired and —as I understand from my colleagues in Nijmegen— both enjoy to do research in free time.

Henk, I wish you all the best and knowing you I don't have any doubts that you enjoy this period of life as much as you have had the previous ones. After all, *noblesse oblige*, pardon, *le bouddhisme oblige*.

Krzysztof Apt

Yokohama, 21 August 2015

Henk op de foto in Zeeland in zijn eerste jaar met vader en moeder rechts van hem. 'Een bijzonder kind en dat is ie' zou een bekende schrijver zeggen. Maar dit bleek vooral later door zijn immer doorgaande ontwikkeling tot wiskundige, filosoof, musicus. Dat alles met een groot empathisch vermogen.

Henk je reis is nog niet voltooid, succes voor de toekomst.

Herman en Mickey Barendregt



Henk Barendregt en PCK

Erik Barendsen

In mijn werk als vakdidacticus gebruik ik naast allerlei vakliteratuur opvallend vaak voorbeelden die ik ontleen aan colleges van Henk Barendregt, die ik bij die gelegenheden steevast aanduid als ‘mijn leermeester’.

Die voorbeelden maken altijd indruk op studenten en docenten, en terecht. Henk is ontegenzeggelijk een goede docent. Dat vond ik toen ik zelf student was, en ervoer ik later ook als promovendus en collega-docent. Ik wil hier een poging doen om Henks vakkundigheid nader te duiden.

Henk Barendregt is allereerst een briljant wetenschapper, een specialist in z’n vak. Bovendien is hij een goed ‘performer’: studenten hangen aan z’n lippen als hij college geeft. Hij is een bekwaam verteller, die altijd enthousiasme uitstraalt. Dat enthousiasme is gemeend en kan zich op bijzondere manieren uiten. Ik herinner me dat hij in een vurig betoog een (toegegeven, erg fraaie) lambda-term op het bord schreef en hem letterlijk het water in de mond liep. Er moest een tissue aan te pas komen voor hij verder kon praten.

Dit zijn op zichzelf allemaal essentiële ingrediënten, maar ze kunnen de magie van Henks onderwijs niet helemaal verklaren.

Is iemand die veel over zijn vak weet én een arsenaal van onderwijsvormen beheerst automatisch een goede docent? Wetenschapper Lee Shulman verzette zich tegen deze gedachte en signaleerde in de jaren-1980 een blinde vlek in het onderzoek naar kennis van docenten. Essentieel voor docenten, schreef Shulman, is een vorm van kennis die verder reikt dan vakkennis op zichzelf, namelijk de ‘vakkennis voor het onderwijzen’. Die vakkennis noemde hij *Pedagogical Content Knowledge*, afgekort tot PCK (Shulman, 1986). Deze ‘nieuwe’ soort kennis behelst “*the blending of content and pedagogy into an understanding of how particular topics, problems, or issues are organized, represented, and adapted to the diverse interests and abilities of learners and presented for instruction*” (Shulman, 1987, p. 8). Shulmans werk was de aanzet tot veel wetenschappelijk onderzoek en een verrijking van lerarenopleidingen.

Henk Barendregt moet een buitengewoon sterk ontwikkelde PCK over zijn vakgebied hebben. Ik ken niemand die zo goed is in het slijpen en polijsten van diepe ingewikkelde wetenschappelijke resultaten, met een verfijnd gevoel voor de specifieke vorm waarin ze gemakkelijk uit te leggen en door anderen begrepen

kunnen worden. En dat gaat inderdaad, zoals Shulman schreef, verder dan die resultaten zelf bedenken of bewijzen. Henk verstaat de kunst om iets ingewikkelds terug te brengen tot een paar slim gekozen definities en compacte formules. “Henk kan een uur college geven over één dia” hoorde ik laatst nog zeggen.

Weten wát te onderwijzen is een cruciaal onderdeel van PCK over een bepaald onderwerp. Henk beseft dat het belangrijk is om naast inzicht in wetenschappelijke resultaten ook besef te hebben van de epistemologische aspecten ervan, dat wil zeggen iets te weten over de aard en totstandkoming van wetenschappelijke kennis. Het nut van zo’n epistemologisch perspectief wordt inmiddels door velen onderkend, maar daar was in mijn studententijd nog weinig sprake van. Een historisch-epistemologische noot was in Henks colleges echter altijd aanwezig. Zijn uitleg van de lambda-calculus begon met Leibniz, hij vertelde over de tegenslagen in Curry’s programma en we hoorden het verhaal over Gordon Plotkin die van zijn fiets viel toen hij een cruciale ingeving kreeg. Een afstudeerder kreeg van hem de tip (nee, de opdracht) om “een tikkeltje meer Aristoteles” in de inleiding van zijn scriptie op te nemen.

Mijn studententijd is inmiddels al meer dan 25 jaar geleden, maar ik heb nog veel levendige herinneringen aan Henk als docent. En ik ben niet de enige: het idee voor dit *liber amicorum* bleek een aanleiding om er samen met collega’s weer diverse op te halen.

Shulman (1986) besluit zijn beroemde artikel met een citaat van Aristoteles, dat op z’n Engels luidt:

“Those who can, do. Those who understand, teach.”

Voor mij is Henk Barendregt hét voorbeeld van dat laatste, en een blijvende inspiratiebron voor mijn eigen werk als docent en didacticus.

Literatuur

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4–14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1–23.

Mijn eerste kennismaking met Henk dateert uit de jaren tachtig, toen wij beiden meditatie-retraites volgden bij een boeddhistische monnik. Ik hield me destijds vooral bezig met wedstrijdschaak, een discipline waar Henk wel belangstelling voor had, want zijn vader Johan was in de jaren vijftig een van de sterkste spelers van Nederland. Zo kwam het gesprek na afloop van een retraite eens op de Amerikaan Bobby Fischer, die in 1972 op heroïsche wijze de wereldtitel had veroverd, en zo in zijn eentje een eind had gemaakt aan tientallen jaren hegemonie van de Sovjet Unie. Henk had een uitspraak van Bobby gelezen: 'Ik vind het heerlijk het ego van mijn tegenstander te verpletteren.' Was deze op het eerste gezicht botte Amerikaan niet een verhulde zegening, zo vroeg Henk zich met een knipoog af, een bodhisattva die in ere gehouden moest worden. Wij deden immers in de retraite veel moeite het ego eronder te krijgen. De schakers kregen die gunst cadeau.

Ik heb in de schaakwereld enkele glorieuze momenten gehad, maar kan uit ervaring zeggen dat het topschaak een goede oefening in ego-verliezen is. Ontelbaar zijn de verhalen over de pijn die een schaker doormaakt bij het verliezen van een partij. Het duurt lang voordat een wedstrijdschaker dat in gelijkmoedigheid kan aanvaarden. Met eigen ogen heb ik eens waargenomen hoe een Russische schaker in een open toernooi na zijn nederlaag op de grond knielde en zijn hoofd tegen de parketvloer bonkte.

Geheel in lijn met de bovengenoemde opmerking van Henk hebben wij een verhouding ontwikkeld, waarbij het niet nodig – en zelfs niet gewenst – is elkaars ego te strelen. Ik hoef in deze bijdrage dan ook niet stil te staan bij Henks vele verdiensten op onder meer het terrein van de wiskunde. Afgelopen januari, toen Henk zo vriendelijk was een bijdrage te leveren aan de presentatie van mijn metrische Dhammapada-vertaling, dacht ik even het publiek op de hoogte te moeten stellen van zijn prestaties, maar één blik op zijn gezicht leerde me dat ik daar niet over moest uitweiden.

De wiskunde heeft overigens met het schaken gemeen dat excentriekelingen het er zeer ver kunnen schoppen. De wiskunde heeft zijn eigen Bobby Fischers, heb ik onlangs ontdekt. Dat komt onder meer doordat beide disciplines een voor intelligente mensen fascinerende wereld openen, die geheel los staat van de zogenaamde echte wereld. Er zijn nog meer overeenkomsten tussen het schaken en de wiskunde. Ik heb wel eens gezegd dat het schaken een goede voorbereiding is op de meditatie vanwege de benodigde concentratie en de heilige stilte die er heerst. Later ben ik gaan beseffen dat iets dergelijks voor de wiskunde geldt. Deze is immers ook een vorm van geconcentreerde introspectie. En ja, we herinneren ons de spreuk die boven de Academie van Plato stond: Laat niemand hier binnentreden die niet in de wiskunde geschoold is. Plato zag de wiskunde als voorbereiding op het werk van de filosoof, dat bestond in het schouwen van de eeuwige Ideeën.

Henk en ik zijn beiden door de Thaise leraar gevraagd les gaan geven in de vipassana-meditatie, en zo ontmoetten wij elkaar de laatste jaren iets vaker. Wij bereidden regelmatig vergaderingen met collega's voor, hij als voorzitter, ik als notulist. Henk paste de aan de universiteit geleerde vergaderwijsheid toe, met als pijler het onderscheid tussen besluitvorming en meningsvorming.

De samenwerking verliep vlot. Waar ter wereld Henk ook zat, daarvandaan kwam altijd binnen enkele dagen antwoord op de mail.

Een van Henks initiatieven is een project waarbij de onderzoekers een geschikt wiskundig model van de menselijke geest hopen te ontdekken. Henk kwam op dit idee naar aanleiding van zijn meditatie-ervaringen. Als meditator zie ik niet zo de noodzaak van zulke ondernemingen. Modellen zijn zoals we allen weten slechts een benadering van de werkelijkheid, en de meditator weet dat de hoogste werkelijkheid niet in woorden te vatten is, alleen rechtstreeks ervaren kan worden. Toch juich ik het project toe, en wens ik Henk alle succes ermee. Het is namelijk van belang als een brug tussen wetenschap en spiritualiteit, een brug die in onze tijd hard nodig is. Wetenschap kan ons alleen maar middelen geven, geen doelen. Het is de tragiek van onze tijd dat steeds meer mensen denken een wetenschappelijk wereldbeeld te moeten aanhangen ondanks het onvermogen van de wetenschap een zin of betekenis aan het leven te geven, afgezien van het botte fysieke voortbestaan van de menselijke soort. Spiritualiteit geeft wel zin aan het bestaan en de kern van alle spiritualiteit is het mysterie van het menselijke bewustzijn.

Paul Boersma



Henk Barendroeght
 Adriaan Bontje
 Albert Petkovich
 Bernhard Witten
 Lambertus Huisman
 Douze S. Wouda
 Uleas Witten



Zwolle, augustus 2015

Beste Henk,

Een afscheidscollege vormt het officiële afscheid van je werkzame leven.

Tenminste dat wordt algemeen zo gezien.

Maar het hoeft niet echt zo te zijn.

Mogelijk breekt nu de belangrijkste periode in je leven aan.

Je hebt nu veel meer tijd ter beschikking die je goed kunt gebruiken.

Meer tijd voor je verdere ontwikkeling.

Meer tijd om verworven kennis en inzicht te delen met anderen.

Van harte vele goede jaren in gezondheid en vitaliteit gewenst.

Dat je je verder kunt openen voor de vele schatten in jezelf.

Dat je deze schatten kunt overdragen aan vele mensen.

En daarmee Vipassana - Nederland kunt verrijken.

Moge je vrij zijn van lijden!

Moge je je veilig voelen!

Moge je verder tot vrede komen!

Moge je gelukkig zijn!

Ria en Dingeman

Het kontje van Henk

en andere pijnlijke herinneringen

Wieb Bosma

Ongeveer een half jaar geleden vroeg Henk mij het volgende.

Voor 5 jaar heb ik met genoeg je salaris betaald uit de Spinozaprijs. Pas nu ben ik aan een eindverslag toe. Zou ik een lijst van publicaties en of andere 'producten' die uit die periode stammen kunnen krijgen?

Aanvankelijk dacht ik aan een grap, want ik was me van geen betaling bewust. Dat wil zeggen: natuurlijk had ik wel gemerkt dat de Radboud Universiteit mijn salaris niet had stopgezet, maar er was ook nergens een teken van door Henk ondertekende cheques.

Ik begreep wel dat Henk hier refereerde aan een periode waaraan ik helemaal niet graag herinnerd wilde worden: meer dan 10 jaar geleden poogde de Faculteit Wiskunde, Natuurwetenschappen en Informatica de opleiding wiskunde op te heffen. Door krachtige tegengeluiden uit wiskundig Nederland, vanuit de natuurkunde-opleiding, de Akademie, en dankzij geld uit de Spinoza-premie van Henk werd dat onheil afgewend. Daar was ik me wel van bewust, want na een bozige brief aan de decaan mocht ik zelfs samen met toenmalig hoofd van de afdeling Frans Keune meepraten over de afgeslankte vorm waarin de afdeling dan toch maar mocht voortbestaan, en de som geld van Henk speelde daar een doorslaggevende rol. Waarschijnlijk heb ik verdere details hiervan dus verdrongen; goed mogelijk ook dat ons (ons, want Henk financierde het onderzoekdeel van mijn salaris en ook dat van Wim Veldman) dat nooit zo verteld is, want in communicatie blonk de faculteit nooit uit.

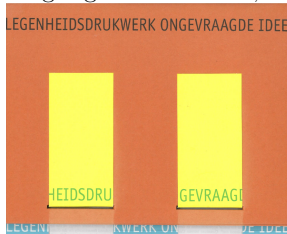
Dat was dus het kontje van Henk, dat hij de Nijmeegse wiskunde destijds gaf, in de zin van **kontje**, *duw tegen iemands zitvlak om hem te helpen zich omhoog te werken* (van Dale). Tegenwoordig hoor en lees ik in deze zin steeds vaker het woord *opkontje* gebruikt, hoewel dat eigenlijk slechts een synoniem voor *stimulans* is; waarschijnlijk verhult men liever het gebruik van het woord *kont*, dat overigens als eerste betekenis (nog steeds in 'van Dale') heeft: *vrouwelijk schaamdeel*. Dat wist ik tot ik het gisteren opzocht niet, dat wil zeggen, ook dat heb ik waarschijnlijk ooit geweten, want het lijkt niet erg aannemelijk dat we de betekenis van dit woord niet als één van de eersten opzochten, toen we als puber in de brugklas het woordenboek voor het eerst goed leerden gebruiken.

(Overigens: van 'omhoog werken' is niet veel sprake geweest bij mij, hoe hard ik ook probeerde een rol van belang voor wiskunde in Nijmegen te spelen. Grappig genoeg kan van Henk het omgekeerde gezegd worden: hij probeerde hard geen bestuurlijke rol te hoeven spelen, maar is in de faculteit en via wiskunde-cluster DIAMANT doorslaggevend voor ons voortbestaan geweest.)

Waarschijnlijk kost het weinig volwassen Nederlanders veel moeite de voorlaatste alinea, over het achterwerk, goed te begrijpen. Toch zitten er nogal wat dubbelzinnighe-

den in; pioniers in de Kunstmatige Intelligentie waren er rond de tijd dat ik begon te studeren, van overtuigd dat computers er in pakweg 10 of 15 jaar in zouden slagen dergelijke dubbelzinnigheden te ‘begrijpen’, wat dat ook mocht betekenen. Tegenwoordig worden informatici daar liever niet meer aan herinnerd.

Dezelfde 10 of 15 jaar schatte Henk dat het ongeveer zou duren voordat het gebruik van ‘proof assistants’ of ‘stellingenbewijzers’ gemeengoed onder beroepswiskundigen zou zijn. Dat was zo’n 10 jaar geleden, toen Henk kort na zijn kontje, ons ook een helpend handje hoopte te kunnen toesteken, door af en toe (met Freek Wiedijk, Herman Geuvers, en Bas Spitters) na te denken over gemeenschappelijke onderzoeksinteresses. Die waren er wel degelijk, en lieten zich aanduiden als ‘computerwiskunde’. Echo’s van de discussies zijn wel terug te vinden ¹, ook uitgelegd voor de leek, in:



hoewel de uitdrukking ‘terug te vinden’ op bovenstaande uitgave strikt genomen niet van toepassing is: het gaat hier om een in kleine oplage verschenen bijdrage voor de vierde Utrechtse Salon, georganiseerd door het Centraal Museum, over het kunst- en ontwerpklimaat in Utrecht.

Hierin probeer ik een ideaal computerhulpmiddel te beschrijven voor wiskundigen: een combinatie van wiskundige typesetting (a la TeX), computeralgebra (zoals Magma), en stellingenbewijzer (als Coq), met daaraan nog wat visualisatie-middelen toegevoegd. Ik vrees wel dat het nog zo’n 10 tot 15 jaar zal duren voordat een dergelijk systeem zal bestaan ...

Terzijde: ik ben helemaal niet van mening dat er nooit iets voortkomt uit de informatica. Recent vond ik in een boek onderstaand bewijs dat er wel degelijk iets is veranderd sinds het eerste jaar waarin ik informatica kreeg van Peter van Emde Boas:



Ik vrees dat genoemde publicatie (en deze!) het voornaamste antwoord vormt op de vraag die je stelde. Maar verder is dit wel het minste: nog bedankt voor je kontje, Henk!

Nijmegen, september 2015

¹ H. Barendregt, F. Wiedijk, *The challenge of computer mathematics*, Phil. Trans. R. Soc. A (2005)

Quantum Proofs

Harry Buhrman

Classical Proofs

In mathematics the truth of statements is established by means of a *proof*. Logic is the field that rigorously defines what a proof is and what the minimal set of assumptions, axioms, are. The notions of proof, axiom and later computability, were formed around the beginning of the 20th century and resulted in the beautiful work of Gödel, Church, Turing and many others. My first encounter, and not only mine, but also for numerous other students around the world, with these notions was through the well known textbook by Henk on the Lambda Calculus, which we affectionately called the *Lampenkap*.

It was much later that I personally got to know Henk, not through mathematics and lambda calculus, but through meditation and mindfulness. I was advising a PhD student who was very interested in these topics and I got interested in them as well. I knew that Henk was an authority and wrote him to get more information. He pointed me to some papers he had written and he offered to meet up, which we have done several times since.

My interest in mindfulness and meditation is academic, in the sense that I find the ideas very intriguing, but they remain theoretical. I have never embarked on a meditation retreat myself. I find the idea that humans and other living creatures on earth are some sort of biological computer appealing and I feel that the ideas of Buddhism connect very well with this point of view.

Back to proofs and computation. Henk's rich scientific work also deals with computer generated proofs. The most famous example being the computer generated and verified proof of the four color Theorem. Such computer verified proofs are different from what mathematicians are used to, in the sense that they are too long to generate and check by hand. In principle though this could be done, though nobody will have the stamina. A computer is much more suited for doing this task. Of course all kinds of checks and balances need to be in place, so that one is absolute sure, or at least beyond all reasonable doubt, that the computer faithfully behaved as instructed and correctly verified the proof it generated.

Quantum Mechanics, Quantum Computers, and Mathematics

Around the same time the foundations for logic and computer science were established, physics also went through a paradigm shift: enter quantum mechanics. As it turns out the world starts to behave very different when we look at very small objects, like electrons and photons. Our familiar intuition fails us and it appears as if these tiny objects can be in many states at the same time. For example an electron can be at two or more positions at the *same* time. Quantum

mechanics is a mathematical model describing precisely how such systems behave. Although very counterintuitive, it is the most accurate description we have of Nature to date. It brings us the notion of *superposition*. Although quantum mechanics and the notion of computation were developed around the same time it took until the middle of 1980's to combine the two. This resulted in a theoretical model of a quantum computer. The basic building block of such a device is a quantum bit or qubit, which can be in a superposition of 0 and 1 and the same time. However observing or measuring such a qubit in superposition will collapse its state and will result in a *random* outcome of 0 or 1, whose probability distribution depends on the state the qubit was in before we measured it.

Quantum computers are interesting, because these qubits allow them to also do computations in superposition. As a rule of thumb, on k qubits one can do 2^k computations at the same time. For a moderate amount of qubits this grows well beyond the number of molecules in our universe. Unfortunately, we now face a big problem. How are we going to extract the answer out of this superposition? If we look at it we will destroy the state and only see a random computation. Fortunately quantum mechanics gives us another primitive: *interference*. It is sometimes, but not always, possible to manipulate this big superposition of computations in parallel, in such a way that the computations we are interested in, interfere *constructively* while the ones we do not care about interfere *destructively*. Like sound-canceling headphones that generate sound out of phase to cancel destructively unwanted noise, but leaving your music untouched. Being able to make use of this interference together with the superposition principle is what constitutes a *quantum program*. For some computational problems quantum computers can be programmed to solve them exponentially more efficient than classical computers. The prime example being the algorithm by Peter Shor, that can efficiently factor large numbers into their prime numbers. We are not aware of a fast classical algorithm that can do this, though it might be possible one exists.

Quantum computers can, in principle also be used in proof generation and verification just like we used a classical one for the four color Theorem. This is where I think it becomes really interesting. It is quite reasonable that there are mathematical statements that do not have a short classical proof, but do have a short proof that can be verified by a quantum computer. Hence quantum computers may very well further our mathematical knowledge beyond what is currently possible! This leaves us with a fundamental issue: how can we verify a quantum computation? We can not verify it by simulation on a classical computer, since that would require more time than the age of the universe. Luckily, schemes have been developed that allows a classical computer to check, in a highly non-trivial way, a quantum computation. Such schemes are tricky and make use of a third property of quantum mechanics: *entanglement*. The very notion that Einstein, Podolsky and Rosen brought forward to question the completeness of quantum mechanics. Their EPR-paradox comes to the rescue.

What the true power of quantum computation is, remains to be seen. The coming years are going to be very interesting as few, but a significant amount of qubits will become available. Enough, that we can not verify their behavior by hand! Dear Henk, I hope that we will have many meetings where we can discuss this progress, its relevance to mathematics and perhaps its relation to mindfulness and meditation.

Aalsmeer, 24 augustus 2015

Lieve Henk,

"Want de enige verborgen zin der dingen is,
dat ze geen enkele verborgen zin hebben.
Het is vreemder dan alles wat vreemd is,
vreemder dan de dromen van alle dichters
en de gedachten van alle filosofen,
dat de dingen werkelijk zijn wat ze lijken te zijn....
en
dat er niets te begrijpen valt."

Fernando Pessoa

Een lievelingstekst van me, Henk, to begin with.
Wel grappig bovendien nu in het kader van jouw afscheid.
Het grote troostende relativeren wordt hiermee wel gesteld.
In alle richtingen zul jij daar, door de jaren heen, ook op gestuit zijn.

Jij, Henk, jij, een groot geworden voorbeeld bent van iemand, die veel graag wil weten!
Je neemt nu afscheid van die wereld, dwz. van de gestructureerde vorm: de universiteit.
Je zult er geen afstand van doen, hoe zou je kunnen?

Ons contact ligt vanuit Vipassana en de wereld die daar te vinden is.
Met grote vriendelijkheid en precisie leidde jij in Denekamp een stillertraite,
waar ik aan deelnam. Ik herkende de wetenschapsman in jou.

Tegelijk met jouw moeder was ik daar.
Zij leefde in die dagen door haar houding betrekkelijkheid van en in alles voor.
Ze kletste stiekem en ging haar eigen weg, waar anderen de regels bleven volgen.

Het brengt ons bij wellicht de belangrijkste band die wij hebben: Dear Dolly.
Vanaf 1994 mocht ik meemaken wie jouw moeder was binnen het boeddhistische centrum
in Amsterdam. Vanaf de eerste dag was zij belangstellend en vriendelijk.
We werden dikke vriendinnen. Uren, dagen, maanden, jaren!

Menig verjaardagsfeest zagen ook jij en ik elkaar in alle snelle gemoedelijkheid.
Nu ik in jouw liber amicorum schrijven mag, besef ik des te meer, dat ik jou vooral ken uit de verhalen
van Dolly.
Gekleurd door haar trotse moederschap werd menig telefoongesprek gestart met "Henk....."
en waren we zo een lange tijd aan de telefoon, eer mijn vraag aan de orde kwam.
Altijd lovend en blij, dat het je zo goed verging.

Ooit logeerden Dolly en ik op jouw studeerkamer. Gezellig en gastvrij.
Leeftijdverschil deed zich niet voelen.
Dolly leek de eeuwige jeugd te hebben behouden.

Dolly en ik kwamen een paar jaar geleden nog samen naar jullie toe....
Je intussen ouder geworden moeder moest intussen al veel inleveren van haar zelfstandigheid.
Jij en ik kropen nog even achter de vleugel. Een Diabelli. quatre-mains..hup.
Muziek erbij. Voor jou ook een levensvreugde, zeker met Lydia daarbij!

Lieve Henk, de wetenschap, de meditatiwereld, de liefde, de muziek, wat al niet....
het zal je blijven begeleiden en anders jij dat alles wel!
Geniet graag van harte van jouw dierbaren en van alles in alle richtingen en van de tijd,
die nu aanbreekt.

Van harte in goede gezondheid het vrije leven in!

Liefs van Pien Claassen

De vermoedens van Henk

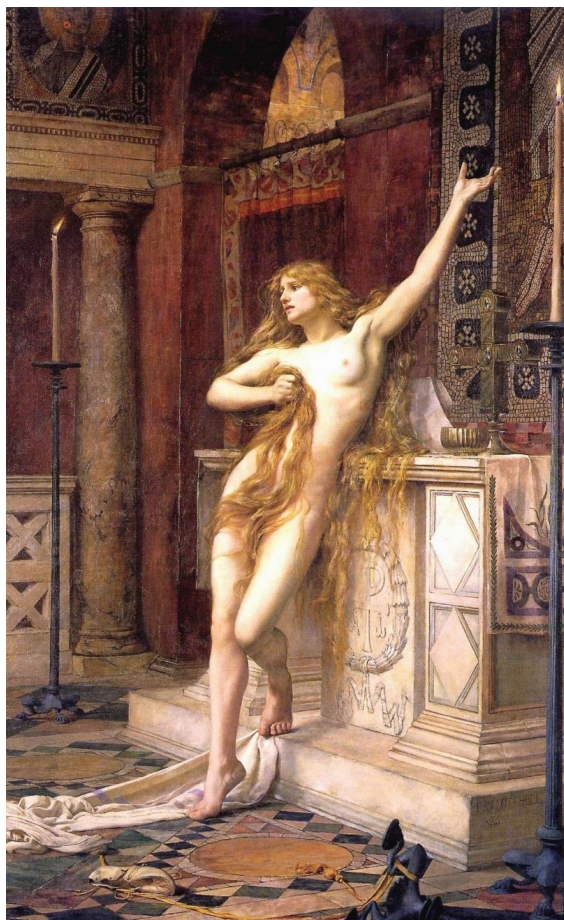
Graag ook van mij, neurofysioloog, een bijdrage aan het afscheid van Henk Barendregt, al heb ik hem pas kortgeleden leren kennen. Dat was in een klein gezelschap van (overwegend gepensioneerd) wetenschappers, dat volgens Henk leuker is dan de Akademie. Dat is waarschijnlijk omdat de leden van dit groepje er aardigheid in hebben om naast hun specialisme bezig te zijn met andere disciplines. Zo hoorde ik Henk een spannend verhaal houden over intuïtieve wiskunde (gelukkig had ik enig elementair begrip van priemgetallen), maar al spoedig waren we in gesprek over muziek en over bepaalde aspecten van de hersenen. We bleken meteen belangstelling te delen voor vloeistof-ruimtes en -stromen in de hersenen, die allerlei minder conventionele functies zouden kunnen hebben. Zoals controle systemen die niet via de gebruikelijke synaptische verbindingen werken. Henk bleek hierover zelfs uitvoerig gepubliceerd te hebben in artikelen die ik daarna met grote interesse las. Ze waren voor mij zeker toegankelijker dan de harde kern van Henk's wiskundige bijdragen. Maar Henk zelf bleek uitermate toegankelijk als mens – een mens die ook zijn inspiratie vond in oosterse spiritualiteit en meditatie.

Kortom, onze kennismaking verliep uiterst plezierig, en werd nog gevolgd door enig wederzijds e-mailen omtrent visionaire, zij het wellicht wat stoutmoedige ideeën omtrent een synthese van een aantal grote vragen uit de neurobiologie. Henk nam mij volstrekt niet kwalijk dat ik hierbij een enigszins temperende advocaat-van-de-duivel rol op mij nam. Ik begreep ook dat het in de wiskunde niet ongebruikelijk is om – vooralsnog onbewijsbare – speculaties, dan wel vermoedens, of zelfs stellingen te formuleren die soms pas vele jaren later bevestigd worden door bewijzen die vaak zelf weer door slechts luttele insiders te verifiëren zijn.

In de neuro-wetenschap ligt het tempo doorgaans wat hoger, en worden nieuwe theorieën vaak rap onderuit gehaald dan wel ondersteund. Al moet gezegd worden dat ook foutieve ideeën daar een lang leven kunnen hebben. Sterker nog, ze worden soms herhaaldelijk weer opgerakeld ook nadat hun onjuistheid overtuigend is aangetoond. Het geheugen van (vooral jongere) onderzoekers is soms wat kort, en 'bewijzen' in de biologie hebben nooit de hardheid van die in de wiskunde. 'Bewezen' betekent vaak niet meer dan: 'vooralsnog niet evident onjuist'. Natuurlijk gedijt neuroscience (evenals alle wetenschap) alleen bij een combinatie van feiten en visie. Oftewel transpiratie en inspiratie. Zonder grote ideeën blijft feiten verzamelen een dorre bezigheid. Hulde dus aan de visionairen! Maar bovenal bewonder ik onderzoekers die met stoutmoedige visies komen, en vervolgens na noest verder onderzoek niet aarzelen hun gedachten radicaal bij te stellen zodra de vondsten hiertoe aanleiding geven. Een voorbeeld was de Nobelprijs winnaar Sir John Eccles, die herhaaldelijk zijn – overigens altijd stellige – theorieën over de werking van synapsen herzag na nieuwe vondsten. Hij was dan ook goed bevriend met Karl Popper, die immers leerde dat een stelling alleen waarde had als hij zodanig geformuleerd was dat hij ook ontkracht kon worden.

Gelukkig leven wij in streken en tijden waar vrijheid van woord, mening en hypothese heerst. Een groot voorrecht; het is nog niet zo lang geleden dat ook in de wetenschap 'autoriteiten' de dienst uitmaakten. En zelfs nu nog zien we dat in Amerika de evolutie

theorie gekneveld wordt door rechtlijnige christenen. Christenen hebben in dit opzicht een helaas niet vlekkeloze reputatie. Welbekend is natuurlijk de zaak van Galileï, in hoogste pauselijke instantie veroordeeld en pas onlangs gerehabiliteerd. Maar recentelijk ontdekte ik een nog veel gruwelijker geval: de vermaarde Alexandrijnse vrouwelijke wiskundige Hypatia (355-415), die door rabiate christenen (nota bene in een kerk) ontkleed en aan stukken gescheurd werd omdat ze meer aan Plato hechtte dan aan het gezag van de plaatselijke bisschop, die in conflict was met de leidende politici. Het voorval inspireerde de schilder Charles William Mitchell nog in 1885 tot een prikkelend schilderij.



Gelukkig is Henk, hoewel toch met onconventionele ideeën werkend aan een tot voor kort kerkelijk geleide universiteit, een dergelijk lot letterlijk en figuurlijk bespaard gebleven. Henk, door verblijf in het buitenland kan ik helaas niet aanwezig zijn bij je kleur- en klankrijke afscheid aldaar, maar ik zie uit naar onze toekomstige ontmoetingen en naar je stoutmoedige visioenen op hersen- en ander gebied. Het ga je goed!

Han Collewyn

De gouden dagen van een wonderkind.

Toen ik midden jaren 60 van MIT terugkwam in Utrecht begon ik direct logica nieuwe stijl te doceren. Ter voorkoming van misverstand: logica als vak bestond nog niet. Ik was zo gelukkig een enthousiaste klas te treffen met voortreffelijke studenten. Een daarvan, Henk Barendregt, viel al snel op door zijn opnamevermogen en enthousiasme. Toen het eerste college afgelopen was verraste hij mij met een applaus, waar de hele klas hem in volgde.

Binnen een paar jaar had hij zich de logische kennis eigen gemaakt die in Utrecht geboden werd, daarenboven had hij zich verdiept in de lambda-calculus, een onderwerp waarover hij in 1971 zijn proefschrift publiceerde.

De logica in Utrecht trok tal van begaafde, enthousiaste studenten, die evenals Henk hun stempel zetten op uiteenlopende gebieden. De samenwerking was in hoge mate informeel, er waren logica-wandelingen, parties, seminaria en buitenlandse contacten boden een rijke keuze aan samenwerking en uitwisseling. Henk was in dit opzicht zeer actief, maar ook buiten de logica liet hij zien meer te weten en kunnen dan alleen academische zaken. Zo was hij een gewaardeerd paukenist in het studenten orkest, en eens beoefende hij in een welgevulde zaal de kunst van het hypnotiseren. Hij was van Dokie en mij een gewaardeerde huisvriend, een man om mee te praten en quatre mains te beoefenen. Als er misschien een minpunt vermeld kan worden: Beethoven ontbrak volledig in Henks piano repertoire.

Na de gouden Utrechtse jaren vloog hij uit, zwierf hij een tijdlang door de wereld om tenslotte een Nijmeegse leerstoel te aanvaarden.

Dirk van Dalen

Inspirator

When in 1983 I switched at the university of Nijmegen from the department of mathematics to the department of computer science I intended to become a real computer scientist, whatever that could be. But at my age of 41 that turned out to be rather difficult. Therefore it was good luck to me that in 1986 Henk became a professor in Foundations of Computer Science at the department. Because with his help I could start to work in logic. In fact already at the department of mathematics logic had my preference, but by circumstances I could not work on that topic then.

The first time I met him was in a small bare room at the department with only one chair and a very little table with some papers on it. Henk seemed to be very content with that. Then I saw him as an ascetic hermit who didn't need anything besides logic.

Henk taught me logic and more specifically lambda calculus as a father, though he was younger than I. By his enthusiasm, together with his intelligence and profound knowledge, he was very inspiring for me.

He brought me in contact with Martin Bunder of the university of Wollongong and that resulted in many pleasant stays down under with the family Bunder and also in some joint papers on Illative Combinatorial Logic, ICL.

We always worked together very harmonious. That culminated in the editing of the book Lambda calculus with Types, a project of about twenty years. It took so many years because we had to deal with very different contributions of many authors and also because Henk had so many other interests. Sometimes I was afraid that the project would not be finished but Henk always remained confident.

We were with three editors, but most ideas and enthusiasm and leadership came from Henk. When Henk and I worked together he had the bright ideas and I was the moderator and looked for mistakes.

The cooperation between the three editors of the book was really funny. After the third editor, Rick Statman, had written a substantial part of the book with fundamental, deep results, Henk rewrote that to make it understandable for the reader and I did the final corrections.

Wil Dekkers.

Marginalia on the Fixed Point Lemma

Kees Doets

—for Henk, at the occasion of his farewell—

Imagine you are faced with the challenge to explain Gödel’s (first) Incompleteness Theorem for a group of logically interested laymen. Several approaches might be considered. E.g., one can derive the result as a corollary to Church’s Undecidability Theorem, as does Shoenfield in his *Mathematical Logic* textbook. But, even though the subject of (un)decidability has become popular, the more “logical” approach via the construction of a self-referential sentence asserting its own unprovability (reminiscing the Liar) might be the more attractive choice here. Seemingly more general, but in fact with literally the same proof, the usual *Fixed Point Lemma* can be demonstrated, with the incompleteness result (modulo arithmetization of provability) as an immediate corollary.

However, the usual setting of arithmetic as an applied first-order logic may obscure the argument. In that formalism the subject is all about truth and falsehood, that is: statements (sentences) and statement-forms (formulas), whereas operations play a subordinate role. Although immaterial in model theory and proof theory, this circumstance may be felt as a drawback here.

The Fixed Point Lemma (in its basic form) states that every formula $U(x)$ has a *fixed point*, which is a sentence D that is (provably) equivalent with $U(*D)$. The notation $*D$ stands for (the numeral of) the Gödelnumber of D . The following is obtained by translating a common proof (e.g., the one in Mendelson’s *Introduction*) into a more operator-inclined setting.

Suppose that \mathbf{S} expresses substitution (of a numeral, for the variable x) in the formal language. This means, for every expression $F = F(x)$ and numeral n it is true (or provable) that:

$$\mathbf{S}(*F, n) = *F(n).$$

The actual construction of \mathbf{S} consists of the “straightforward-but-tedious bookkeeping” that should be mentioned at this point.

Now, let $U(x)$ be a formal expression for which we want a fixed point. Its type is really immaterial. In view of the intended application, it is usually

thought of as a formula, but it might as well be the description of an operation in the formal system when this makes sense.

Consider the expression

$$H(x) \equiv U(\mathbf{S}(x, x))$$

that is obtained from $U(x)$ by substituting $\mathbf{S}(x, x)$ for x .

Replacing x by (the numeral of) its Gödelnumber $*H$, this becomes

$$H(*H) \equiv U(\mathbf{S}(*H, *H)).$$

By assumption on \mathbf{S} , we have that

$$\mathbf{S}(*H, *H) = *H(*H)$$

is true (or provable).

Therefore we obtain that the following is true (provable):

$$\begin{aligned} H(*H) &\equiv U(\mathbf{S}(*H, *H)) \\ &\Leftrightarrow U(*H(*H)), \end{aligned}$$

establishing $H(*H)$ as the required fixed point.

Allowing these equations to sink in, they may suggest the almost identical construction, in untyped lambda-calculus, of Curry's fixed point. The details are repeated.

Consider the expression

$$H \equiv \lambda x. U(xx).$$

Now:

$$\begin{aligned} HH &\equiv (\lambda x. U(xx))H \\ &= U(HH). \end{aligned}$$

Curry's is a true fixed point whereas Gödel's, in fact, isn't. (And it shouldn't, since many arithmetical operations have no fixed points.) Comparing the two calculations indicates that Gödelnumbering is a way to circumvent a type-distinction. Since the true nature of formal objects is irrelevant, some authors identify these with their Gödelnumbers. This is no big deal, since the distinction between an integer and its numeral persists.

Finally, what about the details of \mathbf{S} ? It is attractive to extend the formalism with a recursor taking care of recursively defined operations such as this one. But a self-extending system might problematize Gödelnumbering. In the end, we might settle for an as-if attitude and use operations as a way of speech.

Henk and the paradise Hilbert and Ackermann have created for us

Gilles Dowek*

One of the first scientific talks I ever attended was a talk by Henk, introducing what is now called the *Barendregt cube*.

As a student, I had taken an elementary logic course, where I had learned that arithmetic, geometry, set theory, ... were all theories expressed in predicate logic, that Hilbert and Ackermann had created for us. These theories used different languages and different axioms, but the same syntax, the same notion of proof, the same notion of model, and the same Skolemization method. When two theories were formulated in the same language, it was even possible to compare them: set theory with the axiom of choice, for instance, was stronger than set theory without the axiom of choice.

As a young researcher, I was struggling to understand various type systems: Martin-Löf's intuitionistic type theory, the Calculus of Constructions, with and without inductive types, with and without universes, the system F and the system F_ω , the system AF_2 , ... and even Simple type theory. Each system had its own syntax, its own notion of proof, its own notion of model, and the conservativity of Skolemization seemed to be a different problem in each of them. Relating these systems one another also seemed to be difficult.

When listening to Henk's talk, I realized that this situation was just a consequence of the fact that type theory was still in infancy. I understood that it was possible to relate some of these systems in a logical framework that played a rôle similar to predicate logic. The axioms of predicate logic

*Inria, 23 avenue d'Italie, CS 81321, 75214 Paris Cedex 13, France.
gilles.dowek@inria.fr

were replaced with a subset \mathcal{R} of the set $\{\langle *, \square \rangle, \langle \square, * \rangle, \langle \square, \square \rangle\}$, itself soon replaced, by Stefano Berardi and Jan Terlouw, with the triple $\langle \mathcal{S}, \mathcal{A}, \mathcal{R} \rangle$ of *Pure type systems*, but all the systems used the same syntax, the same typing rules, and the same reduction rules.

This framework allowed, for instance, to design proof search and unification algorithms for all these type systems in an uniform way and to explain which feature of the algorithms depended on which feature of the type systems. For instance, in polymorphic systems, functions do not have a fixed arity and the algorithms must take this into account. In non polymorphic systems, they do not.

In some of my later work, I attempted to design more general logical frameworks, in particular extending the conversion rule of the Pure type systems. But Pure type systems have always been the reference with which I thought I had to compare: the first paper we published, with Denis Cousineau, on the $\lambda\Pi$ -calculus modulo theory was for instance entitled *Embedding Pure Type Systems in the $\lambda\Pi$ -calculus modulo*.

One of the many lessons I learned from Henk is that creativity has two opposite driving forces: on the one hand we have to create disruptive objects that do not fit in the current frameworks, on the other hand we have to create disruptive frameworks where these objects fit, because the development of science requires common languages and frameworks, such as predicate logic and the Barendregt cube.

By designing the first logical framework, predicate logic, Hilbert and Ackermann created a paradise for us. And, by renewing this idea of logical framework with the Barendregt cube, Henk taught us that, from this paradise, no one can expel us.

Inspired³ = Art * Personal * Science = 4 * PRM

Marko van Eekelen^{1,2}

M.vanEekelen@cs.ru.nl,marko.vaneekelen@ou.nl

¹ Institute for Computing and Information Sciences Radboud University

² Computer Science Department Open University of the Netherlands

On the occasion of the farewell lecture of Henk Barendregt I want to give little overview of the many ways in which Henk has inspired me. Also, I want to discuss how this inspiration influenced my career and even my daily life.

Art

In the eighties of the previous century Rinus Plasmeijer and I were searching for ways to make functional programming more efficient. Inevitably, we came across λ -calculus. Obviously, we contacted Henk who was just finishing his, now famous, λ -calculus book. Being exited about the inherent opportunities to exploit parallelism, Henk brought a team together (including among others Bob Hertzberger and Pieter Hartel). But, how to get funding for this?

This is where art came in. Henk was in contact with Hans Koetsier who was an artist with a very broad definition of the concept of art. 'Making projects happen' was one of the ways to fulfil the definition of art. As one example of this art he created together with Henk a tomb stone for himself with a non-terminating λ -term on it. I believe it was some variant of a Y-combinator. In short, It was Hans Koetsier who made it possible that Henk talked with representatives of the Ministry that were about to start a new way of project funding. This was very successful. The resulting **Parallel Reduction Machine** (PRM)-project was directly funded, way before the ministerial plans for the new funding scheme were finished.

The PRM project was a big inspiration for me at the start of my life as a researcher. Many research results came out of the project. Since many of the project members got full professorships later (Henk Barendregt, Gerard Renardel de Lavalette, Rinus Plasmeijer, Marko van Eekelen, Pieter Hartel, Wim Vree) one could say that the biggest impact the project had, was that it turned out to be a **P**rofessorship **R**ealisation **M**achine. What an impact for a single piece of art by Hans Koetsier!

Personal

I have always admired Henk as a true scientist. He has set an example that inspires many scientists, myself included. Typical are his 24/7 dedication (a.o. discussing λ -terms before breakfast) and his 24/7 willingness to learn in every situation: any time, any place. This is not just learning scientifically as professor. It can also be the existence of a new fruit juice as he once discovered upon one of his visits to our home when he was waiting for five minutes.

For each person he meets, he tries to learn what is special in that person and he addresses that person when he thinks he or she can help with their special expertise, both in personal and in scientific issues. Henk is a **P**rofessoral LeaRning **M**achine.



Through Henk, I got fond of the λ -symbol, not for its meaning but just as a figure. Recently, I could not resist buying a λ side table to support my cup of coffee next to our couch (a picture of the λ in our house is shown above)³. It can be seen as a λ -bar variant as introduced by Klaus Berkling in 1982 for unbinding a λ (although he actually used a # sign). I think that if Klaus would have seen this table he would have used a λ -bar sign in stead of a # sign.

Science

Of course, he inspired me a lot scientifically. During the PRM-project but also in later years inspiring discussions with him resulted in research papers and projects. I checked my list of papers and out of the 95 papers, I counted the papers I co-authored with him and the number of papers that according to my personal feeling were for a great deal the result of Henk's inspiration: 5 joint papers and 13 papers with other authors. So, he was inspirational for about 20% of my scientific career. Henk is a **P**ublication InspiRation **M**achine.

Thanks Henk, for the nice collaboration and the many inspiring discussions!

Marko van Eekelen (also on behalf of Lianne Dirven)

³ To restore the balance in our marriage we also bought a π variant....

Lieve Henk,

Toen we elkaar opnieuw tegenkwamen bij de MLA reünie in 2005 was het voor mij of we familie waren en ik je altijd al gekend had.

Dat zijn zeldzame ontmoetingen in je leven!

Dat gaat voorbij aan de Montessorianen herkenning.

Je bent een heel dierbare vriend voor mij en ook een dierbare leraar. Ik geniet van onze gesprekken.

Zonder jou was ik nooit aan meditatie begonnen omdat het mij een nogal zweverig gedoe leek, maar als een wiskundige een meditatie leraar is moet er toch wel logica in zitten leek mij.

Je helderheid is een verademing, zeker in mijn conditie, die me veel geleerd en gebracht heeft.

Je bent een heel fijn gestemd instrument dat toch stevig in elkaar zit, een bijzondere combinatie.

Een combinatie waar ik en anderen nog lang van hopen te kunnen genieten.

Je droomt ervan dat we ooit geen psychofarmaca meer nodig zullen hebben, dat ons eigen lichaam dat kan aanmaken met de juiste oefeningen. Dat moet kunnen!

Ik wens je veel succes met deze zoektocht.

Liefs,

Arnica

Pang Juan will die under this tree

dedicated to Henk Barendregt on the occasion of his retirement from the
University of Nijmegen

Peter van Emde Boas
ILLC, FNWI, University of Amsterdam

Once upon a time it was easy to separate Mathematicians and Logicians on the one side and Computer Scientists on the other: the first type of researchers study sentences with propositional content; descriptions of a static world. The latter study sentences whose purpose it is to change the world; programs and actions.

In Linguistics the situation is less clear. Sentences contribute some propositional content, but also, by being uttered, may have impact on the world by changing the information state of language users. Contemporary logic has developed tools for studying these dynamic phenomena quite well, but I will not discuss these developments; I will leave that to others.

A particular class of utterances are those sentences which succeed in establishing their own truth by being announced. Frequently these sentences involve features of self reference and/or epistemic nature, as in E.G. *It is raining outside and I am telling this to you, so you now know it..* Other examples involve performative features as in *I hereby pronounce you wife and wife.* when spoken during a marriage ceremony.

Given the interest of Henk in Eastern wisdom and philosophy I want to use this opportunity to present an historic example of a self validating sentence which doesn't involve such features. It is a simple prediction uttered by the great strategist Sun Bin (4th century BC) about the dead of his arch enemy Pang Juan. *Pang Juan will die under this tree.* The story is historic and can be found in the records of the great historian Sima Qian.

Sun Bin was a strategic advisor serving in the state Qi during the Warring States era in China. He used to be confused with the far better known strategist Sun Tzu, who lived 140 years earlier during the late Spring and Autumn period, but when texts of two books entitled *the Art of War* written by both authors, were excavated in a Han Dynasty tomb in 1972, it became evident that there were two different strategists, both called master Sun.

Sun Bin and Pang Juan both studied military theory under the same master. Eventually they both found employment in the state Wei. Since Sun Bin evidently was the better student and had absorbed more wisdom, Pang Juan became envious and started plotting against Sun Bin. He almost succeeded in having Sun Bin being beheaded by the king of Wei, but Sun Bin escaped by feigning madness.

Sun Bin is renowned for two famous stratagems in Classic Chinese history.

Strategy *Besiege Wei to Rescue Zhao* is listed as the second in a collection of 36 strategies of Ancient China (a source of strategic wisdoms phrased as a list of 36 proverbs).

The state of Wei is attacking the state of Zhao and the latter asks for help from the state of Qi.

General Tian Ji, advised by Sun Bin, leads the army of Qi to support Zhao. Rather than supporting the army of Zhao, Sun Bin allows the Wei general Pang Juan to invade Zhao, but launches himself a campaign against the capital of Wei.

When Pang Juan learns about this attack he is forced to withdraw in order to defend his capital, and Sun Bin sets up an ambush on the retreating army and defeats it.

Strategy 28 on the list of 36 strategies: *Climb up the roof and remove the ladder* is also illustrated in by a stratagem attributed to Sun Bin.

Ten years after the rescue of Zhao, Wei invades the state of Hann, and Qi comes to the rescue of Hann by invading Wei. Rather than setting up an ambush straight away on the retreating Wei army, Sun Bin exploits the arrogance of the Wei commander Pang Juan.

Pang Juan believes that the Qi soldiers are cowards, and Sun Bin confirms him in this belief by diminishing the number of camp fires in the Qi camp every day, thus giving the impression that the soldiers are defecting and fleeing.

Pang Juan, believing that he is chasing an army retreating in panic, pursues his enemy in double speed, but he is subsequently ambushed.

Pang Juan is killed under a tree in which Sun Bin has carved a message stating Pang Juan will die under this tree. Passing at night Pang Juan observes the tree and sees that there is something written on it; he asks for a torch to read it, but this light springs the ambush. Seeing that he is defeated Pang Juan commits suicide under the tree.

So the story provides us with an instance of a simple prediction which becomes true by being announced.

Lieve Henk,

Een gedenkwaardig moment in je carrière, je afscheidscollege.
Afscheid van een periode als prof en zeer gewaardeerd als mens en onderzoeker.
Ik mocht een enkele “high light” mee maken.

Voor jou zijn er nauwelijks grenzen.
Spinoza, wat een eer!

Wereldburger, vrij, vreugde, ontembare jeugdige energie, paukenist bij het VU orkest,
twee vleugels thuis, huisfeesten, Kerstconcerten in het kerkje, boottocht op de Waddenzee
met de “Emmalis”, *ontmoeting* van boeddhisme met soefisme met de verstilde hoboklanken
er tussendoor, samen koken, vega, bio, creatieve en muzikale gerechten, vanzelfsprekend
bewustzijn van een rentmeesterschap in het omgaan met de aarde en haar schatten,
looptmeditatie, gesprekken over de zijderups, over opvoeding, mindfulness toen nog
niemand hiermee bezig was, Maria, je moeder.....

En nog zoveel meer.
Dank voor al deze mooie en vaak ook uitdagende ervaringen.
Dat het zo door mag gaan, altijd maar weer grensverleggend!

Met respect en een hartelijke groet,
Fiona Geraets

Some memories of when I first met Henk and what I have learned from him

Herman Geuvers

My first contact with Henk was when I followed the class *Grondslagen van de Informatica* (Foundations of Computer Science). It was about lambda-calculus, a completely new formalism for me, of which – as a mathematics student – I didn’t see the power and use at first. But Henk’s presentation was challenging and convincing and immediately planted the idea in me that within this seemingly simple formal system there were deep fundamental questions with wider relevance. In the course, we were using “the yellow book”, the standard on the syntax and semantics of the lambda calculus, which Henk had completed a couple of years earlier. It was the first scientific book that I have really *used*, to the extent that it has fallen apart. Only much later I found out that not all standard text books are written as meticulously as Henk’s book on lambda calculus. We studied it with great pleasure and I am still looking into it occasionally.

As a mathematics student I was interested in logic and the foundations of mathematics. Henk strongly stimulated my interest with his lectures and his special way of explaining things. These helped a lot in better understanding the material and maybe more importantly in remembering it. Henk is always looking for a “mnemonic” definition to coin a new concept. With this he has made various invaluable contributions to our field, but he also taught me a valuable lesson in research methodology: always look for the central mnemonic concepts of a field or the kernel ideas in a proof, and isolate them.

Also in his presentation, Henk limits himself to the kernel. Where others would write down a theorem in full detail with all conditions and quantifications, Henk would restrict to the most relevant information. At first, this looked like sloppiness to me, but I soon found out that there was a very well-thought-out didactic idea behind this: what to write and what to omit. Here again I saw the same principle: be mnemonic and simple, put the kernel idea in the spotlight.

I decided to write my master thesis with Henk and that turned out to be a very good decision: I was intrigued by the lambda calculus, untyped and typed, and how basic concepts from logic, functional programming and mathematics could be described by it. After I completed my master thesis, there wasn’t a PhD. position for me right away and then another of Henk’s qualities showed: he had a vast international network and for the Jumelage

project “Lambda Calcul Typé” – a predecessor of the Esprit projects and everything that would follow in terms of European research projects – I went to Professor Longo in Pisa in the fall of 1988. It was all new and there were a lot of things we had to find out along the way, but we (Monique – then my girlfriend and now wife – and me) had a great time. Of course Henk came to visit and stayed with us in Tirrenia (close to Pisa). At that occasion, Henk led us to the best shop for cakes in Pisa, at Borgo Stretto.

Returning to Nijmegen, I started my PhD. project. This was a very inspiring period with a great group of people and many visitors from all over the world. The research for my PhD. had a large overlap with the handbook article (for Logic in Computer Science) that Henk was writing at the time. So we had very regular discussions about these topics, where I encountered another typical Henk quality: all activities flow together seamlessly, and there is no distinction between work and time off. Henk called me at any time in the evening or in the weekend to discuss research and then we often decided to meet halfway between Henk’s and (then) my house, at the *Elyzeese velden* between Beek and Berg en Dal.

Henk has taught me a lot in logic, mathematics and theoretical computer science. But maybe most of all, he taught me how to do research and how to present it, orally and in writing, by correcting my writing but even more by just showing me how to do it. I am grateful for him as my “academic father”.



Finite vs Infinite

“A lesson on scientific rigor and mathematical preciseness”

Silvia Ghilezan
University of Novi Sad

Let me share with you my first correspondence with Henk Barendregt, which dates back to the late 1980s.

At that time communication was significantly different from what it is today due to the absence of email and the rapid response time that we often take for granted. In order to get a (hard) copy of a paper that was already published in a journal, researchers used to write a letter to the author of the paper asking for a reprint of that paper officially produced by the journal. This procedure was rather automated where instead of writing letters, university libraries used to have post cards with a type-written form where one was supposed just to fill in the name of the author, the title of the paper and the name of the journal.

As a Master's student in Belgrade under the supervision of Kosta Došen, and keen to learn more about lambda calculus, I wanted to ask Henk for a reprint of one of his papers. I decided to write a letter and to not use the university form for reprints, since I found it impersonal and somehow too machinelike. Other than those written in English class, this was actually my first ever letter written in English. I wrote the letter but still had it checked with an English language specialist. The feedback was that the content was fine, but that the English language commonly uses more polite phrases in correspondence. I fully agreed and added the following sentence -

“I would be INFINITELY grateful to you if you could send me your paper entitled ...”

Within a short period of time (at that time a few weeks), I received from Henk the required reprint and some additional ones with the following added note -

“A FINITE amount will be enough for me.”

This was the first lesson on scientific rigor and mathematical preciseness that I had learnt from Henk. Throughout the following years, Henk's personality, work and life have had a deep impact on me, my work and life. Nevertheless, this first lesson will remain my favorite.

Fabio Giommi
Mindfulness, the Kitsch and Henk.

Mindfulness is popular nowadays, perhaps too much popular and it may risk not to survive to its success.

When I first came to Nijmegen in 1998 to work with Henk on the subject of the “scientific study of (mindfulness) meditation” only a handful of people was able to give any meaning to that strange word, and even between them some were skeptical about the possibility of this endeavour. It was solely thanks to Henk's well-known scientific and academic reputation that we have been able to start and establish a multidisciplinary research group that over more than 10 years grew and developed into the *MBM-Mind-Brain-Mindfulness research group*.

How the popularity of mindfulness becomes a challenge to its integrity?

In the western world one of the most deceitful pitfall generated by mindfulness vogue is the spreading around of diluted, simplistic versions. These distorted versions are fostering misrepresented views about the nature of mindfulness practices, that can be summarized as an attitude suggesting a form of edifying moralism, or as an attitude suggesting a reassuring promise of individual wellbeing and improved performance. These two attitudes are often blended.

The edifying view prompts a “mindful life style” of (often) pretended “mindful” thoughts, sentiments, attitudes, behaviours,... and results in inviting people to fabricate a pose, according to the values of the mindfulness (sub)culture like being non-judgmental, compassionate, accepting,

But by inducing the idea of “being good” instead than being aware and real, this moralistic posture becomes the parody and the turning upside down of the original intention of mindfulness to “see things as they are”.

Otherwise, the hedonistic, pleasure-seeking view implicitly assures that by practising meditation all the stress and the suffering will be removed and that a sustained state of wellbeing, physical and mental, will be easily assured; often with improved performances. Thus becoming, again, the reversal and the betrayal of the fundamental intention of mindfulness to open the mind also to the unpleasant, to learn how “turning towards” suffering.

At a closer inquiry, both views share the same background motive: considering mindfulness practice as a mean of psychological comfort and solace. Therefore neglecting that mindfulness is above all a practice of truth aiming at freedom from a fabricated, self-indulgent relation with our experience, and that the power of mindfulness is therapeutic because it is liberative, and it is liberative and deconditioning because it generates insights penetrating “things as they are”.

When such attitudes prevail, they obscure its original intention, its Dhamma root, and “mindfulness” becomes a supreme expression of *kitsch*.

“Kitsch” does not mean just “bad taste”. It is a philosophical, psychological and sociological as well as an aesthetical category. And it seems to us very useful to understand and describe the current phenomena of the trivialisation of mindfulness. It has been elaborated during the XX century by several important European philosophers, writers and artists.

Hermann Broch the great Czech novelist and thinker describes its essence “*the spirit of kitsch can be seen as a deception: by providing comfort, kitsch performs a denial. It glosses over harsh truths and anesthetizes genuine pain*”¹

Milan Kundera, the Czech-French novelist writes “*There is a kitsch attitude. A Kitsch behavior. It is the need to gaze into the mirror of the beautifying lie and to be moved to tears of gratification at one's own reflection.*”² He notes that “*kitsch is an integral part of the human condition*” and calls the key quality of kitsch the “second tear:” “*Kitsch causes two tears to flow in quick succession. The first tear says: How nice to see the children running in the grass! The second tear says: How nice to be moved, together with all mankind, by children running in the grass! It is the second tear which makes kitsch kitsch.*”³ The appeal of Kitsch resides in its formula, its familiarity, and its

¹ Hermann Broch *Kitsch* (1933)

² Milan Kundera *The Art of the Novel*, Harper

³ Milan Kundera *The Unbearable Lightness of Being: A Novel*, Harper

validation of shared sensibilities.

Kitsch is not only an individual attitude, it is also a cultural phenomena, Clement Greenberg emphasizes the *"pre-condition for kitsch, a condition without which kitsch would be impossible, is the availability close at hand of a fully formed cultural tradition, whose discoveries, acquisitions and perfected self-consciousness Kitch can take advantage of for its own ends...Kitsch does not analyze culture but repackages and stylizes it. Kitsch reinforces established conventions, appealing to mass tastes and gratifying communal experiences. As a result, kitsch is easy to market and effortless to consume"*⁴

These quotations shows how much the recent spreading of tivialized versions of mindfulness fits into the category of kitch.

It is important to note that from the perspective of these writers the risk of kitsch is a sort of permanent inclination of human mind. They were not just deep thinkers but, above all, artists who were costantly involved with the challenge of generating works conveying a sense of truth as well as novelty and originality.

In their view we all show a kitch attitude any time we fail to acknowledge the real intentions and motives behind our actions, any time we are overtly or subtly driven by complacency and self-congratulation. In one word: kitch is not being able to be authentic. Which is quite difficult. Mindfulness practices in their original intention are (also) a powerful method to learn to do it.

Closing the circle and coming back to Henk: I think that the reputation and the credit grown and established over time around his activities as mindfulness meditation teacher and as mindfulness scientist are strongly linked to the integrity – in Dharma terms: to the *purity* - of his intentions. In my long-term acquaintance and friendship with him I have experienced that Henk might sometimes be wrong (not so often...), but I have always witnessed and enjoyed the depth of his authenticity. Which testifies the depth of his mindfulness practice. It can be said that Henk costantly expresses an anti-kitsch posture in a cultural context that, as indicated above, has become in later years highly at risk of kitsch. When interacting with Henk one experiences how refined intellectual inquiry and research can be rooted in the simplicity of a vivid curiosity and in a deep wonder for reality.

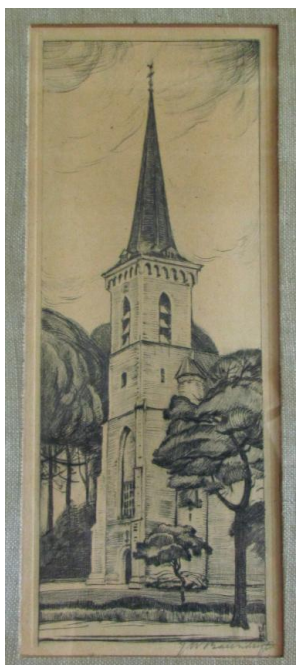
All this said, even if the present-time forms of mindfulness may eventually waste the liberative potential of awareness and lose any vital connection with its origin becoming just a commodification, both Henk and I are convinced that the essence of mindfulness meditation practice as an expression of the Dhamma cannot be touched by such superficial trends and phenomena and it will reappear in new and fresh ways.

⁴ Clement Greenberg *Avant-Garde and Kitsch*, Partisan Review 6 (1939)

Beste Henk,

Dat wij elkaar kennen komt door het feit dat ik meer wilde weten van de Vipassana meditatie en jij een introductiecursus gaf bij het Han Fortmann Centrum op het Radboud terrein. Deze cursus bracht mij ook in contact met de leer van de Boeddha waarbij ik ontdekte, dat ik nu de woorden vond die congruent zijn met het mens- en wereldbeeld dat ik al had. Hier wilde ik meer van weten en ook wilde ik de meditatie beoefening intensiveren. Daarom bezocht ik enkele lezingen en retraites die door jou geleid werden. Het viel mij steeds weer op dat ik op dit terrein nog een lange weg te gaan had, want het lukte jou elke keer weer om met een uitspraak mijn pas verworven begrip in twijfel te trekken zodat ik mijn gedachtegangen moest heroverwegen. Na een aanvankelijke irritatie kon ik deze vorm van zelfkritiek echter wel waarderen. Daarom ben ik ook zeer dankbaar, dat ik dit door jou heb mogen ondergaan.

Door onze contacten bij lezingen en retraites kwam ook een gedeeld interesse in de invloeden van de Vipassana meditatie op biochemische en neurobiologische reacties in de mens naar voren. Jij creëerde de mogelijkheden om hiernaar wetenschappelijk onderzoek op te zetten. Ik heb het als bijzonder eervol ervaren, dat ik jou hierbij enkele keren mocht assisteren.



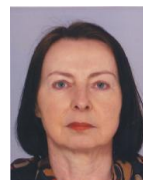
Tenslotte blijkt dat wij ook nog op een geheel andere wijze een zekere binding met elkaar hebben: zowel jouw als mijn voorouders hebben een oorsprong in het markante, Zeeuwse dorp Dreischor. Ik heb een pentekening van de kerktoeren aldaar geërfd, die jouw oom J.W. Barendregt uit Utrecht in 1927 maakte en een afscheidscadeau was voor mijn grootouders Marinus en Geertje van Staalén. Bovendien heb jij in je studententijd bij het studentenorkest kennis gemaakt met mijn neef Marien en nicht Annette van Staalén. Zij kunnen zich jouw paukenslagen nog goed herinneren.

Henk, ik heb jou ontmoet op een moment dat ik van plan was om mijn levenspad een andere richting te geven. Ik ben je dankbaar voor de wegwijzers die ik van jou heb mogen ontvangen, zij zijn voor mijn nog steeds zeer waardevol.

Nu mag jij weer iets loslaten en gaat met emeritaat. Voor de komende tijd wens ik je alle goeds toe in goede gezondheid en veel vreugde.

Met metta,

Addy de Graaf



Over Henk Barendregt bij Dansgroep Pauline de Groot 1966 - 1969.
Door Pauline de Groot.

Henk Barendregt kwam op mijn pad in 1965, toen ik nog niet zo lang terug in Nederland na 7 jaar New York, op zoek was naar een muzikant voor mijn dansgroep. Die muzikant zou liefst slagwerker zijn en zich met onregelmatige en on-orthodoxe ritmes willen bezighouden en zich in de actie op het speelveld kunnen thuisvoelen.

Via een oude schoolvriendin hoorde ik over Henk. Hij zou in t laatste jaar van school zijn en al een aantal jaren paukenist zijn in het () Jeugdorkest Daar had ik oren naar. Henk Barendregt, zoon van professor Johan Barendregt, geen onbekende naam voor mij, als collega van mijn vader, - Henk zou wel eens de perfecte persoon kunnen zijn, en dat bleek. Zo kwam Henk kijken bij een eerste repetitie en direct wilde hij al iets met die ritmes uitproberen, en dit lukte verrassend snel en 't klikte. Maar we moesten nog even wachten want hij had nog een aantal weken nodig om te studeren vóór z'n eindexamen. Het staat me bij dat ik m'n fiets parkeerde bij het Montessori Lyceum om met m'n vriendin, Henk te gaan feliciteren. Zij wist hij was geslaagd en niet gewoon, cum laude! Voor mij, schoolverlater, was dat een geweldig indrukwekkende prestatie. Wellicht voor Henk was dit de eerste, maar zeker niet de laatste in de reeks die nog ging komen. Van Henk's expertise waren wij daarna jong getuige. Dit verslagje gaat over Henk's bijdrage als percussionist bij Dansgroep Pauline de Groot van toen.

De dansgroep met Pauline de Groot, Joke van Brummelen, Johan Kos, James Tyler en muzikant Henk Barendregt had een eerste basis in een oud schoollokaal aan de Costastraat Amsterdam en kreeg in 1967 de studio Koestraat 5/1 door de gemeente toegewezen. Vanuit deze basis reisde de groep naar de diverse optredens binnen en buiten Nederland o.a: Nieuwe de la Mar Theater Amsterdam 12 '66, Rotterdamse Schouwburg '66, Noordhollands' tournee zomers '67 en '68, Spijkenisse Jeugdfestival '67, Dans Theater-Studio Den Haag, Utrecht Motion-week, Helmond, Den Bosch '68, Festival Mondial Nancy, France 04 '69, Instituut's Theater, Amsterdam 05 '69 en regelmatig voorstellingen in eigen studio, Amsterdam. Het repertoire groeide gestaag. Enkele subsidies van provincie of voor het maken van werk van het Ministerie van CRM waren belangrijke steun. Er was geen regelmaat van inkomsten. Een voorstellingen leverde de medewerkers per keer enig zakgeld op, wat wel hielp om het toch niet te kunnen laten.

In kleermakerszit speelde Henk voor mijn solo 'Zon': houten xylofoon, plankje, woodblock, drum, glas De muziek voor 'Zon' was mij ter ore gekomen tijdens de bewegings-puzzels van het maken van de dans - een precieze timing met hoge iele, droge 'kling' klanken. Henk wist bijzonder snel mijn muziekschetsen te begrijpen en al spelend te transformeren naar precies die klank en timing die nodig was voor deze dans. 'Zon'- een ode aan zon en de kracht ervan in Mexico zoals ik bij de oude bevolkingen had ervaren, op tournee met de José Limón Dance Company in 1962.

Ook voor *Regenmakers* voor 4 dansers (1967) heeft Henk de muziekscore gecompleteerd. De dansers stampten regen uit de grond in ritmes veelal in 5/4 of 7/4. Door de stamp- en sprong-bewegingen is de choreografie doorwrocht met specifiek *getime*-de ritmes, naast interludes en texturen. Die ritmes en texturen had Henk snel accuraat en helder met de dans. Het geluidsarsenaal voor *Regenmakers*: drums, sticks, woodblocks, plankje, spijkerharp, granaathuls-gong. Henk liet de muziek donderen en spetteren met een directe gerichtheid op de dans. Met dit team was *Regenmakers* overal succesvol.

Kleur - of de maan schijnt (1966) werd een solo die mij geheel intact kwam aanwaaien in een droom. Henk volgde met mij de 'instructies'. Pauline loopt binnen, een bos gordijnroeden schuddend in een ritme en wijdt zo de ruimte in in alle richtingen tot deze schoon is. Zij geeft de roeden dan aan Henk die vooraan bij zijn instrumenten zit en verdwijnt uit zicht. Henk speelt een kletterende solo met de roeden op de grond en in de lucht. Plots verschijnt Pauline in een knalrood lang gewaad als een lampion en danst - een looppatroon, een gebaar, toont steeds een andere tronie, grijpt naar de maan, laat 'm gaan, roept Oooohh! Het geluid dat Henk maakt is heel precies: knars, ting, rrrrsszzz, kling, rammel, kletter van de roeden, lucifersdoos, glas, ijzertjes, ratel en puur voor de kwaliteiten en klanken van het materiaal in de specifieke momenten van actie of non-actie.

Henk's solo *Klap 'een prachtige solo van Henk Barendregt op de spaken van een oud fietswiel'*.
Hans Tepe, Alkmaarse Courant, 15/07'68.

Sky (invisible) 1967 - 4/5 dansers, schuiven met hun blik op de aarde, achter elkaar gestaag in een slingerende lijn. Het geluid is een doorgaande *drone*, gespeeld door Henk met een voorwerp schuivend op een zinken wastobbe. Frictie tussen hemel en aarde, dat zijn wij. Solos van de dansers met hoge of lage sprongen contrasteren het monotone. Harde slagen op de wastobbe interrumpen en de dansers versnellen tempo gelijdelijk tot zij dieper door de knieën in een slingerende lijn de ruimte uitrennen.

De twee nieuwe werken, *Om de Aarde* van Pauline en *Fields* van James Tyler, gespeeld in 't Festival Mondial Nancy, Frankrijk april '69, premiere in het Instituut's Theater Amsterdam mei 1969, waren de laatste waarin Henk zijn bijdrage als percussionist en beweger heeft geleverd. Zijn rol heeft hij zorgvuldig overgedragen aan de nieuwe muzikant, zanger Floris Rommerts; op zo'n manier dat de dansgroep direct verder kon. Tof.

Kortom Henk was een bijzondere kracht voor ons dans-makers in die jaren en het was dan ook spijtig dat hij moest gaan.

In mijn ogen was t mooiste van Henk's deelname aan onze dansgroep dat hij de filosofie achter en in de dingen direct in de smiezen had en daarmee, zowel de absurditeit als t gewicht van het dans & muziek-gebeuren zonder omweg steunde.

Ik verheug me te mogen meemaken hoe Henk in zijn afscheid van zijn jaren hoogleraarschap aan de Radboud Universiteit, iets van zijn veelomvattende wijsheid met ons gaat delen.

Pauline de Groot, Amsterdam, Sept 2015

Pauline de Groot - danser, choreografe, docente, oprichter van de School voor Nieuwe Dansontwikkeling, Theaterschool Amsterdam (AHK) in 1976. Danste in VS bij de José Limón Company en Erick Hawkins Dance Company - 1964. Haar groep Pauline de Groot &co - 2000. In haar lessen 'slowly- slowly - dance pathways into energy' onderzoekt zij de helende krachten in onze beweging, ademhaling en beleving van ruimte. Zij beoefent sinds 15 jaar Zhan Zhuang Chi Kung - Standing Dynamics.

Dear Henk,

We did not spend many hours together, but I would still like to write a few words on this occasion.

I still remember the first time we met. It was at Roel de Vrijer's 60th birthday celebration, and when we were introduced you looked at me with great interest and asked if I was from Tibet. Unfortunately, I had to disappoint you and tell you that despite appearances, my cultural heritage was from the less exotic, and less Buddhist, Denmark.

Several years after our first encounter, I started working at the Foundations group at the Radboud University, and we ended up sharing an office at the Huygensgebouw. You did not spend much time there, but when you were present I couldn't help but notice your enthusiasm for research and your curiosity even about seemingly minor puzzles such as runs of Conway's Game of Life, and tricky automata that turned up in the course on formal languages I was teaching during this time, and which, incidentally, you had taught in previous years.

Our shared office was much smaller than your previous one and it could hardly accommodate your many books (even after giving away most of them) and the memorabilia that you had collected over the years, but this all added atmosphere to the room. You told me the origin of one of these special items, and this collection is clearly full of stories of how you have touched the lives and careers of many people during your lifetime in academia.

Even though our paths only briefly crossed, your presence and personality made an impression on me. I wish you many years of blissful retirement.

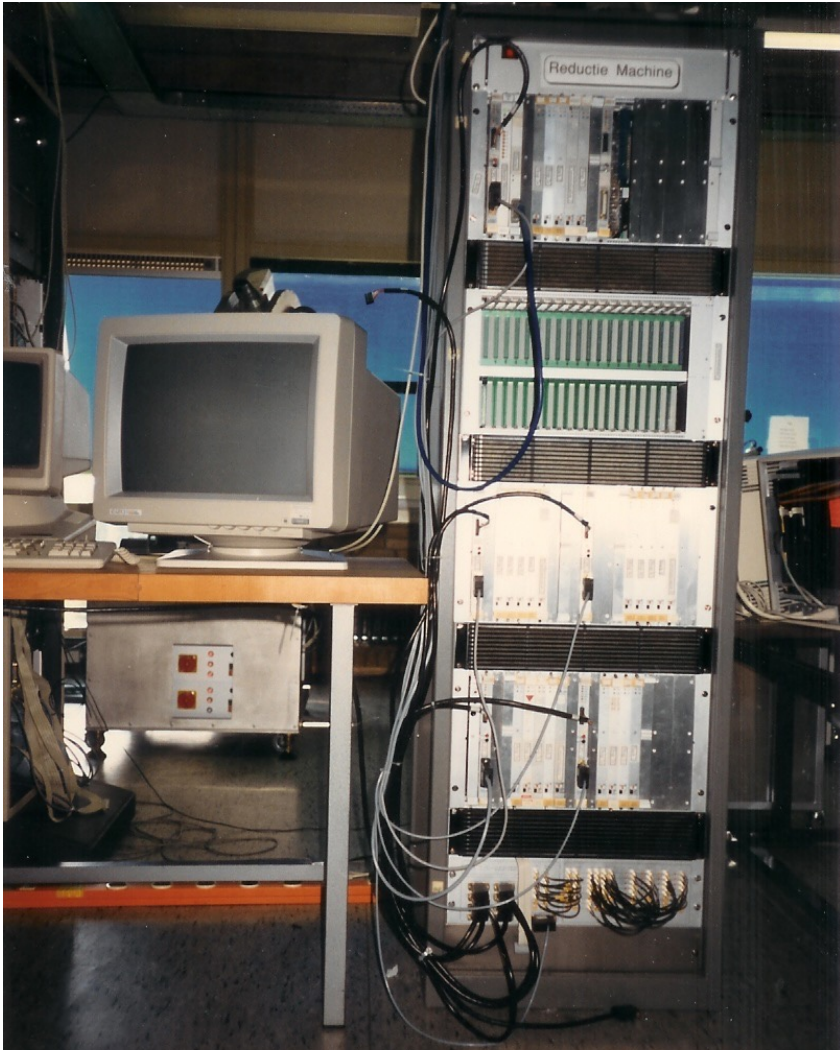
All the best,

Helle Hvid Hansen

Beste Henk,

In de afgelopen 30 jaar hebben wij nog vaak gedacht aan het reductiemachine project. Jij was de projectleider, en wij waren twee van de vele promovendi. We hebben het natuurlijk veel over de lambda calculus gehad, maar we hebben ook samen muziek gemaakt, en naar de meisjes gekeken die in Utrecht langs ons tafeltje met formules liepen.

In het reductiemachine project hebben we geprobeerd een parallelle implementatie van een functionele taal te maken, in de hoop dat in zo'n taal het parallelisme voor het oprapen zou liggen. Dat bleek moeilijker dan we gedacht hadden, maar we hebben de machine wel gebouwd. Hier is een foto van het resultaat.



Het parallelisme dat voor het oprapen lag bleek meestal overhead te zijn, en het overige parallelisme moest door de programmeur zorgvuldig worden

beschreven door middel van onze sandwich constructie. Uiteindelijk hebben vooral gezondigd tegen jouw principe dat het “tegen exponentiële domheid slecht op-pico-en is”.

Hierbij een foto van de (nog jonge!) architecten van de machine in een college zaal in Utrecht. Wim had bij deze gelegenheid een T-shirt aan met de tekst “Reduction of Mind” om aan te geven dat we heel diep hebben nagedacht over alles, en wat dat met ons deed.



We hebben ontzettend veel van je geleerd, en we zijn je daar heel dankbaar voor. We wensen je het allerbeste en we hopen dat je als emeritus nog veel wiskunde zult doen.

pieter hartel & wim vree

Beste Henk,

Met veel genoegen schrijf ik enkele zinnen voor dit Liber Amicorum. Jij zit in de logica, waar ik maar weinig kennis van heb, en ik in de meetkunde met bijzondere aandacht voor symmetrie. Maar toch zijn er enkele raakpunten, die ik wil memoreren.

Allereerst over psychologie. Mijn zwager heeft psychologie gestudeerd in Amsterdam, en nog colleges gevolgd bij je vader, die daar hoogleraar was. Hij vertelde me al weer lang geleden, dat jij het laatste boek van je vader hebt afgeschreven na zijn overlijden. Gaaf vond hij dat, dat jij als wiskundige, toch ook nog maar eventjes dit erbij deed. Is daar al een kiem gelegd is voor je latere interesse om mindfulness meditatie in te zetten ter bestrijding van depressie, onder andere samen met Anne Speckens?

En dan over de wiskunde, onze gemeenschappelijke liefde. Ik zit al meer dan een kwart eeuw in Nijmegen, en dat is een periode met ups en downs geweest. De moeilijkste down was begin vorig decennium, toen er nagenoeg geen wiskundestudenten meer waren, een schamele 7 eerstejaars in 2003. Ik vond dat echt verschrikkelijk. Wiskunde is toch de universele (exacte) wetenschapstaal, en als zodanig uiterst relevant voor onze faculteit. Maar ook in de samenleving wordt het alom gebruikt. Als wij bijvoorbeeld geen wiskundeleraren meer opleiden, dan gaat het niet goed met het middelbaar onderwijs.

Jij had in die tijd net de Spinozaprijs gekregen. Wat ik heb gewaardeerd, is dat jij je toen vierkant voor de wiskunde hebt opgesteld. Dat opheffen van wiskunde geen optie was voor deze faculteit. Zowel met je gezag als prominent wetenschapper, maar ook concreet met geld uit je Spinozaprijs, heb je ons toen gesteund. Namens de Radboud Universiteit kan ik je wel bedanken, want de wiskunde bloeit weer als nooit tevoren. Mooie aantallen van 60 eerstejaars hebben we nu. Als we nu in onze exacte faculteit geen eigen wiskundeafdeling zouden hebben, zou een ieder zeggen dat dat dom zou zijn. Maar toen lag dat anders. Belangrijke mensen met invloed hadden zo hun twijfels of wiskunde als zelfstandige discipline nog wel moest worden voorgezet. Jij twijfelde gelukkig niet, en daar was ik erg blij mee.

Vriendelijke groet,

Gert Heckman,
August 18, 2015

impressie

Op een parkeerplaats in Nijmegen of Den Bosch houdt een lange, slanke man de deur van de auto voor me open.

'Ik ben Henk' zegt hij 'en ik ben Jotika.'

'Een man van stijl' denk ik 'en charmant.'

het is zo'n 30 jaar geleden.

We hebben samen gewerkt en elkaar weer uit het oog verloren.

Henk die fabelachtig kan voorzitten en tegelijk notuleren.

Je kunt op hem rekenen.

Henk die Montessori kent en Escher aan me uitlegt.

Henk die voor Boeddha gaat

en met de rollator van zijn moeder sleept.

Henk die nog steeds de deur van de auto open houdt

en Ik die herhaal: 'een man van stijl en charmant.'

liefs,

Jotika .

A Sponge in Hilbert Space as a Farewell to Henk Barendregt

Wim H. Hesselink

October 1, 2015

Our paths in life crossed almost fifty-one years ago, when you started the study of mathematics at Utrecht University.

Let me use the occasion to draw your attention to the new concept of sponges.

1 Introduction to sponges

Sponges are generalizations of lattices introduced in the doctoral thesis [2] of Jasper van de Gronde, for application in image processing. One example is the inner product sponge, in which the meet of a set S of points is the unique element of the convex hull of S closest to the origin. This example struck me because I used this construction many years ago, see [1].

An *orientation* \preceq is a reflexive and antisymmetric binary relation. A partial order is a transitive orientation, but this transitivity is abandoned here.

Let S be a set with an orientation \preceq . For subsets P and Q of S , we write $P \preceq Q$ to denote that $p \preceq q$ holds for all $p \in P$ and $q \in Q$. The meet and join of a subset P of S are defined by

$$\begin{aligned}x = \text{meet}(P) &\equiv \{x\} \preceq P \wedge \forall y \in S : \{y\} \preceq P \Rightarrow y \preceq x , \\x = \text{join}(P) &\equiv P \preceq \{x\} \wedge \forall y \in S : P \preceq \{y\} \Rightarrow x \preceq y .\end{aligned}$$

It is easy to verify that, if it exists, the meet (or join) of a set P is unique. A subset P of S is called *right-bounded* iff $P \preceq \{s\}$ for some $s \in S$; it is called *left-bounded* iff $\{s\} \preceq P$ for some $s \in S$. An oriented set (S, \preceq) is called a *sponge* iff every nonempty right-bounded set has a join. It follows that every nonempty left-bounded set has a meet.

The easiest interesting example of a sponge is the circle of the complex numbers z with $|z| = 1$, with $z \preceq w$ if and only if $0 \leq \arg(z/w) < \pi$.

Remark. I deviate from the thesis [2] where the existence of joins and meets is required only for finite sets. What is called a sponge here, is called a conditionally complete sponge in the thesis. \square

2 A sponge in complete metric space

I can not remember ever having used Cauchy sequences, but I need them to prove the next result.

Let S be a complete metric space with distance function d . Let \preceq be an orientation on S which is topologically closed in S^2 . Let $h : S \rightarrow \mathbb{R}$ be a continuous function, which is monotonic in the sense that $x \preceq y$ implies $h(x) \leq h(y)$.

Lemma 1 *Let $g : \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}_+$ be a function with $\lim_{\delta \downarrow 0} g(\delta) = 0$. Assume that every left-bounded pair $\{x, y\}$ in S with $h(x) \leq h(y)$ has a meet $z \in S$, with*

(a) $h(x) \leq h(z) \Rightarrow x \preceq z$,

(b) $h(y) \leq h(z) + \delta \Rightarrow d(x, y) \leq g(\delta)$ for all $\delta > 0$.

Then (S, \preceq) is a sponge.

Proof. Let P be a nonempty right-bounded set. Let u be the infimum of the numbers $h(x)$ for x with $P \preceq \{x\}$. Let (x_n) be a sequence of points of S with $\lim h(x_n) = u$ and $P \preceq \{x_n\}$ for all n . Then (x_n) is a Cauchy sequence in S , and its limit is the join of P . \square

3 A variation of the light cone

Let H be an additive group. The simplest way to define an orientation on it is by choosing a subset C of H that satisfies $C \cap -C = \{0\}$, and defining $x \preceq y$ to hold iff $y - x \in C$. The orientation is a partial order if and only if $C + C \subseteq C$.

Let the group H be a real Hilbert space with inner product (\cdot, \cdot) . Let h be a unit vector in H . For a real number $t > 0$, let C_t be the subset of H given by

$$x \in C_t \quad \equiv \quad \|x - (h, x)h\|^t \leq (h, x).$$

The lefthand side of this inequality is the t -th power of the distance of x to the line spanned by h . It is easy to prove that the associated relation \preceq_t is an orientation. It is a partial order if $0 < t \leq 1$. If $t = 1$ and $\dim(H) = 4$, it is the time ordering of space-time in special relativity.

The pair (H, \preceq_t) is a sponge if $t = 2$. This is proved with Lemma 1. I conjecture that it is also a sponge for $t > 2$. It is not a sponge if $t < 2$ and $\dim H \geq 3$.

References

- [1] W.H. Hesselink. Desingularizations of varieties of nullforms. *Inventiones math.*, 55:141–163, 1979.
- [2] J.J. van de Gronde. *Beyond scalar morphology*. PhD thesis, University of Groningen, June 2015.

Mijn ontmoetingen met Henk en andere gebeurtenissen



notatie PTS term als binaire boom met wortel linksboven

BLADEN:

variabele x (0, 1, 2, 3, 4)

x

soort star (Prop)

soort box (Set)

VERTAKKINGEN:

applicatie $f a$

f a

abstractie $\lambda x:A b$

x A b

product $\Pi x:A B$

x A B

VOORBEELDEN:

falsum $\Pi 0:\text{star } 0$

0

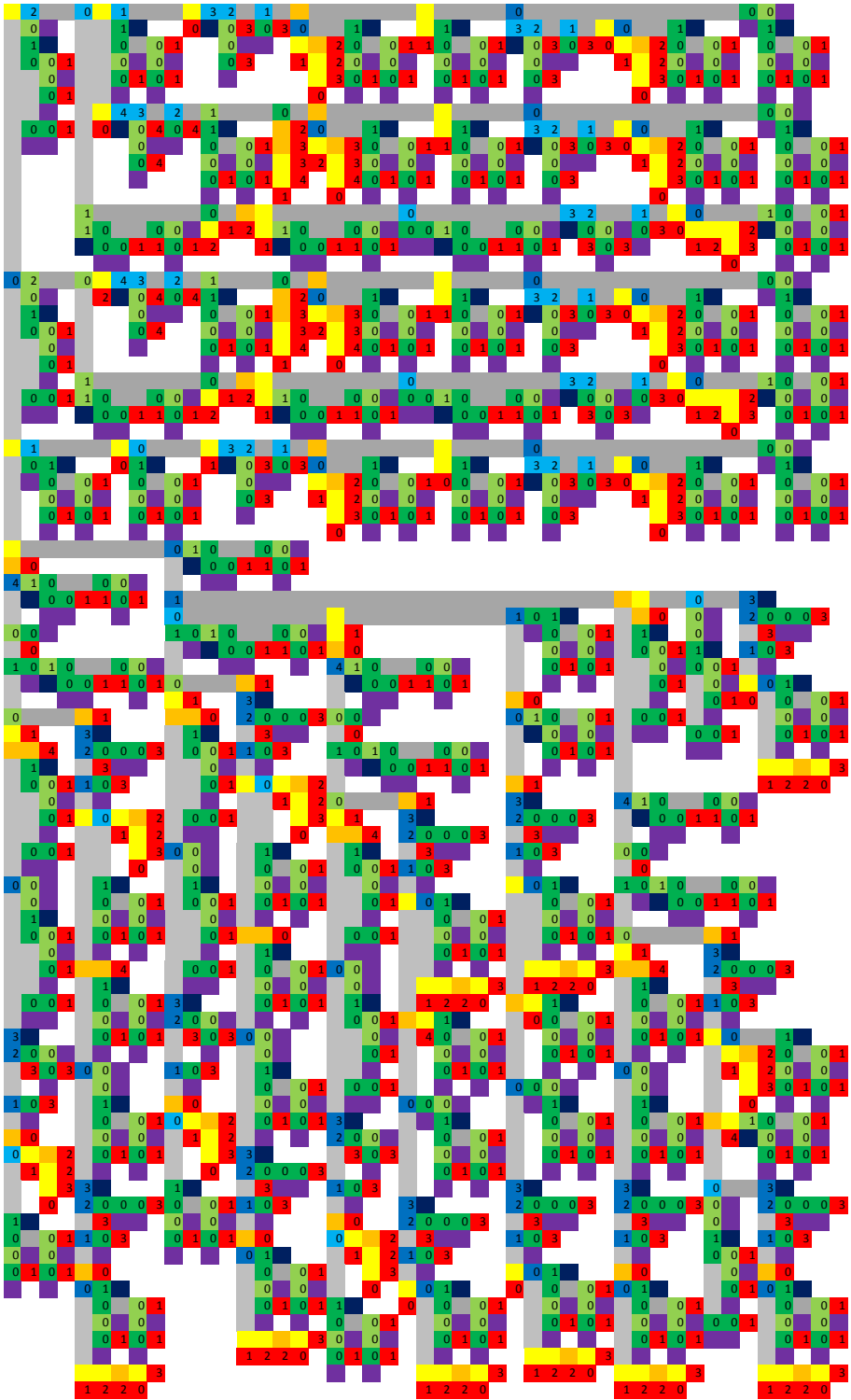
universum

1 0 0 0 0 1

1 0 0 0 1

1 0 0 0 1

1 0 0 0 1



Beste Henk,

Met veel plezier denk ik terug aan onze ontmoetingen. Natuurlijk waren er samen met Patricia veel bijzonder aangename familiebijeenkomsten maar we hebben ook een aantal inhoudelijke gesprekken gevoerd als 'IT-ers' onder elkaar over Informatica in het algemeen maar met name over functionele talen en (Concurrent) Clean. Immers, zowel voor een software engineer als ook voor een zakelijk IT-leverancier is (nagenoeg) foutvrije applicatieontwikkeling een droom. Capgemini bleek daar als bedrijf toch wat weerbarstig. Wel altijd geïnteresseerd in innovatie maar een nieuwe technologie vol omarmen past niet altijd goed in het "mainstream" gedrag van zowel Capgemini zelf als ook haar voornaamste (en dus grote) klanten. De aanhouder won ook in deze. Clean is altijd op mijn radar-scherm blijven staan en toen er inmiddels een paar van jouw ex-studenten bij Capgemini werkten en ook bedrijven zoals de Belastingdienst te interesseren bleken voor deze technologie, kwam het toch nog enigszins van de grond.

Een niet onbelangrijk bij-effect van onze gesprekken was ook dat ik daardoor werd gestimuleerd met jouw collega's van andere universiteiten dingen te doen. Onder andere in de omgeving van Mark van den Brand (Eindhoven) over kwaliteit van requirements, met Michel Chaudron (Leiden) over productiviteit en vrij recent nog met Herwig Mannaert en Jan Verelst (Antwerpen) over Normalized Systems. Ook dat ging allemaal niet zo hard maar voor mij interessant en leuk en bovendien zijn alle onderwerpen nog steeds terug te vinden binnen Capgemini. Het duurt soms even tot iets een zekere schaalgrootte heeft bereikt om bij de "mainstream" te mogen horen.

Inmiddels gaat ons gemeenschappelijke vakgebied mijns inziens een nieuwe fase in. Enerzijds wordt het volume aan IT-toepassingen ijzingwekkend groot. De "Internet of Things" belooft ingebelde en verbonden applicaties in alles wat er is. Pakken hagelslag, autobanden, gloeilampen, bakstenen. Kortom alles wat er is inclusief de mensen zelf zullen met elkaar continu en met internet-snelheid in verbinding staan. IT zit dan in alles en is van iedereen. Voor iedere verzameling componenten en component-typen is wel een toepassing te verzinnen dus het aantal regels code op de wereld zal exploderen. En met alle consequenties van fout-tolerantie van dien. Clean is wellicht één van de weinige omgevingen waar we het groei-tempo en volume van het IoT mee aan zouden kunnen zonder in een wereld van bugs te moeten leven. Het wordt anders wellicht net een sprinkhanenplag van bijbelse proportie.

Anderzijds loopt het bestaande IT-ambacht op zijn eind. Analooq aan de wet van Moore laat Ray Kurzweil zien dat kunstmatige intelligentie op het niveau van de mens dichterbij is dan de meeste van ons vermoeden. Hij voorspelt 2029, maar laat het nog wat langer duren, jij en ik maken dat nog wel mee. Het is ook geen "flip of a switch" maar een continue ontwikkeling die al lang geleden begonnen is en iedere dag weer een evolutionair stapje verder gaat. "Programmeren" zoals we dat nu kennen, in welke technische omgeving dan ook, is eerdaags niet meer nodig. Machines met interfaces zoals Siri nemen dat van ons over en sterker nog, de technologie zal wellicht spoedig krachtig genoeg zijn om in alle "Things" voldoende intelligentie te stoppen voor zelf-programmering. Over 1 a 2 decennia zullen miljarden "intelligentsia" allen, verbonden zoals het IoT, hun krachten bundelen en een "IQ" laten ontstaan waar wij mensen wat bleek van worden.

Natuurlijk zijn er ethische aspecten, risico's en angsten maar ook nieuwe kansen en vrijheden. Het "IQ" zal waarschijnlijk wel in staat zijn om een paar weerbarstige problemen voor ons op lossen als de schaarste aan water, voedsel, energie, welvaart en overbevolking. Het biedt ons als mens de kans en de vrijheid onszelf langs een ander pad te ontwikkelen. Eigenlijk precies zoals jij nu al doet. Je hebt ooit gezegd dat je lang geleden moest kiezen tussen een carrière in de wiskunde en jouw ambitie volmaakt te kunnen mediteren. Natuurlijk heb je de afgelopen decennia ook het Boeddhisme en meditatie omarmd en ontwikkeld maar om praktische redenen werd de eerste prioriteit toch de wiskunde. Je laat nu zien dat uitstel geen afstel is. Na een uiterst succesvolle carrière in de wiskunde en informatica, heb je nu met je pensioen jezelf het recht verworven jouw leven verder te vervolmaken met die andere ambitie. Voor de rest van de mensheid duurt het nog wat langer. Jij kunt een leermeester zijn van de groep die er nu naar toe groeit.

Henk, met alle dingen die hierboven staan heb je me geïnspireerd. De technische onderwerpen, de wetenschappelijke insteek en het netwerk, de vrijheid van denken en de levensvisie en vooral met jezelf als mens. Ik hoop dat onze gesprekken niet zullen ophouden en sterker nog, dat we in deze fase van ons leven wat meer tijd kunnen maken om samen dieper in onszelf en wellicht ook de toekomst te kijken.

Voor nu bedank ik je wat je voor me hebt betekend. Ik wens je veel plezier met de volgende stap.

Rob.

Recollections of Henk Barendregt's arrival in Nijmegen, on the occasion of his departure

Bart Jacobs

In the early eighties I started my undergraduate studies at the University of Nijmegen, both in mathematics and in philosophy. At the time this was still called *kandidaats*. I received my introduction to mathematical logic from Johan de Jongh, who was then reaching the end of his career. De Jongh was a direct pupil and friend of Brouwer, and a true intuitionist, see the warm respectful 'In Memoriam' [2] written by de Jongh's pupil Wim Veldman for more information. De Jongh was a conservative devoted scientist. For instance, he started and ended each lecture with a prayer in Latin (*Gratia tibi agimus . . .*). Also, he thought the ideal form of knowledge transfer was a deep conversation between friends. He did not believe in publishing, and indeed, his list of publications is extremely short. The exam I did with him consisted of a friendly conversation at his home, where his long-term housekeeper *juffrouw Marie* let me in and pointed me to the living room saying "the professor is waiting for you inside; tea or coffee?". Those were the days!

After the retirement of de Jongh in 1984 his chair moved to the newly formed computer science department and its profile shifted from foundations of mathematics to foundations of computer science.

Enter Henk Barendregt, as newly appointed professor to this chair. A greater contrast with his predecessor de Jongh could hardly be imagined. Henk arrived as a prolific writer, who had just published his famous lambda calculus treatise [1], in which a formal language is the main topic of study. He was very communicative, travelled all over the world to give lectures, and received colleagues from everywhere as guests. Also, Henk could hardly be called conservative, certainly regarding relationships.

Upon his arrival in Nijmegen Henk started teaching a course on the lambda calculus. It was well-attended, because many students, including myself, were curious to learn from/about this new professor. Henk taught students that they should consider lambda terms as their intimate friends, and should not be afraid of the formalism. I remember that after doing my first exercises I got stuck on some silly details — the kind of things which are unusual at first, but which become obvious once you get familiar with a topic. I asked Henk after the lecture and he sat down with me to help me out. I said I had two small questions. After showing me how to solve the first one, I hit my head saying: "Oh, how stupid, that's so obvious, I should have seen this myself!". Henk responded in a detached,

Buddhist manner: “please cope with this emotionally at home; what is your next question?”.

What fascinated and inspired me in Henk’s work was the combination of mathematical precision and aesthetic quality. His ‘yellow’ book [1] is such a carefully constructed beautiful account of the field. Many students of this first course of Henk bought a copy, and so did I. I remember the admiration in going through its many pages, and thinking to myself: I wish I could write a book like this! When I became a PhD student with Henk, he often corrected my writing and gave very practical suggestions about how to write good mathematics. I still remember many of them (“never start a sentence with a mathematical symbol”, “use a title that is a little bit sexy”), and now pass them on to my own PhD students.

Many years later, I managed to produce my own yellow book.

References

- [1] H. Barendregt. *The Lambda Calculus. Its Syntax and Semantics*. North-Holland, Amsterdam, 2nd rev. edition, 1984.
- [2] W. Veldman. In memoriam J.J. de Iongh (1915-1999). *Nieuw Archief voor Wiskunde*, 5(1):16–17, 2000.

Minimaal

Dick de Jongh

Henk, we zien elkaar nu niet veel, maar in een althans voor mij belangrijke periode was dat wel zo. Vanaf 1968 toen ik uit de V.S. terugkwam tot in de tachtiger jaren zagen we elkaar heel geregeld en waren heel vertrouwd met elkaar. Je was natuurlijk jonger en in het begin nog student, maar in de logica kon ik je al niet veel meer leren. In de zeventiger jaren kwam ik vaak bij je op de molen in Varik, meestal met de kinderen. Ik vond het heel jammer dat je de molen moest verlaten. In Nijmegen kwam ik nog geregeld in je mooie huis, muziek voerde toen de boventoon. We praatten overal over. Ik weet nog heel goed hoe je toen al de logica met andere gebieden in verband bracht met name in die tijd met een studie van hypnose waarbij de logische paradoxen een grote rol speelden. Een aardige gebeurtenis in Amsterdam uit die tijd; we waren poolshoogte wezen nemen bij de psychologie, toen op het Weesperplein. In de lift naar beneden klemde we beiden onze juten ENFB-tas tegen ons aan, een soort statussymbool uit die tijd: “We moeten wel oppassen dat we ze niet verwisselen”. Die avond belde een van ons de ander bedeesd, ik weet niet eens meer wie: “We hadden ze al verwisseld”.

In 1990 schreef je me een briefje of ik je iets kon vertellen over de minimale logica, met name over het verschil tussen wat er in de intuitionistische logica IPC en de minimale logica MPC over negatie kan worden bewezen. Ik wist er niet speciaal wat van en kon je geen bevredigend antwoord geven, ook niet toen je de vraag in 1998 nog eens per e-mail herhaalde. Maar nu is de tijd daar, ik ben juist met de negatie in minimale logica bezig en ik kan je er wel iets meer over vertellen. Met twee masterstudenten in Amsterdam, Ana Lucia Vargas en Almudena Colacito, ben ik er een studie over begonnen.

Ten eerste is het goed te weten dat, terwijl de negatie in de minimale logica tegenwoordig altijd wordt gepresenteerd met $\neg\varphi$ gedefinieerd als $\varphi \rightarrow f$, waarin f een contradictie zonder eigenschappen, deze logica door Ingebrigt Johansson in 1937 [1] werd geïntroduceerd met het axioma $(p \rightarrow q) \wedge (p \rightarrow \neg q) \rightarrow \neg p$. Verbazend genoeg had A. Kolmogorov [2] (beschikbaar in Jean

van Heijenoort's 'From Frege to Gödel') trouwens datzelfde axioma al in 1925 geponeerd als axioma voor de hele intuitionistische logica (net als Johansson wilde hij toen niet aan het *ex falso sequitur quodlibet*: $q \wedge \neg q \rightarrow p$, maar, in tegenstelling tot Johansson, werd hij later door Heyting bekeerd).

Om de minimale negatie te bestuderen bekijken we sublogica's van MPC. Voor de semantiek neem ik Kripke-modellen met een extra operatie N die opwaarts gesloten verzamelingen op opwaarts gesloten verzamelingen afbeeldt en een localiteitsconditie vervult. De basislogica waarin N helemaal geen extra eigenschappen heeft wordt geaxiomatiseerd door $(p \leftrightarrow q) \rightarrow (\neg p \leftrightarrow \neg q)$.

Mijn favoriete logica daar is de logica van contrapositie CoPC geaxiomatiseerd door $(p \rightarrow q) \rightarrow (\neg q \rightarrow \neg p)$. Het is zwakker dan MPC, maar je kunt er veel in doen. Je kunt er *Negative ex falso*: $q \wedge \neg q \rightarrow \neg p$ simpel in bewijzen, en *Negative ex falso* is echt iets zwakker. Als je het principe $(p \rightarrow \neg p) \rightarrow \neg p$ toevoegt aan CoPC krijg je MPC. Je krijgt niet zoals in MPC $\neg p \leftrightarrow \neg\neg\neg p$, maar wel the next best $\neg p \leftrightarrow \neg\neg\neg\neg p$.

Het is aardig om dat even te laten zien gebruikmakend van het feit dat negatieve ex falso in CoPC bewijsbaar is:

$\neg p \rightarrow (\neg\neg\neg p \rightarrow \neg p)$ (Nef) $\Rightarrow \neg p \rightarrow (\neg p \rightarrow \neg\neg\neg p) \Rightarrow \neg p \rightarrow \neg\neg\neg\neg p$.
 $\neg p \rightarrow (\neg p \rightarrow \neg\neg\neg p) \Rightarrow \neg p \rightarrow (\neg\neg\neg p \rightarrow \neg\neg\neg p) \Rightarrow \neg\neg\neg\neg p \rightarrow (\neg p \rightarrow \neg\neg\neg p) \Rightarrow \neg\neg\neg\neg p \rightarrow (\neg\neg\neg p \rightarrow \neg p) \Rightarrow \neg\neg\neg\neg p \rightarrow \neg p$ (met dank aan Lex Hendriks).

Weliswaar is CoPC zwakker dan MPC in wat het kan bewijzen, maar het kan wel MPC interpreteren net zoals IPC de klassieke logica CPC interpreteert met behulp van de negatieve vertaling. Interpreteer $\varphi \rightarrow \neg\varphi$ in CoPC als negatie van φ en je krijgt MPC. Een goede interpretatie van IPC in MPC was niet bekend, maar duikt op in de correspondentie die Johansson met Heyting voerde voor zijn artikel werd gepubliceerd: vertaal IPC's $\varphi \rightarrow \psi$ in MPC's $\varphi \rightarrow \psi \vee f$. Het bewijs dat dit werkt is heel eigenaardig, probeer maar. Daarmee vertaalt CoPC dus indirect zelfs CPC.

References

- [1] I. Johansson. Der Minimalkalkül, Ein Reduzierter Intuitionistischer Formalismus. *Compositio Mathematica*, 4:119–136, 1937.
- [2] Andrei Nikolaevich Kolmogorov. On the principle of excluded middle. *Mat. Sb*, 32(646-667):24, 1925.

Highlights and travels with Henk

Jan Willem Klop

My random sample of numerous precious memories made possible by Henk includes:

learning the treasures of Lambda Calculus and Combinatory Logic from Henk and his bible of lambda calculus which is studied from Moscow to Beijing (and elsewhere)



the book launch event of Barendregt 1980 with Stravinsky's music

proving that simply typed lambda calculus is strongly normalizing, by the computability method - Henk writing the proof on the greenboard with lightning speed, as a dancer

travels together to Japan around 1990 - Henk learning the language with small index cards, Henk moving through Japan as a fish in the water

having dinner around 1977 together with Dolly, Marianne, Maartje in Dirkje Mariastraat 26 - Henk often preparing our still favourite dish Melanzano al Forno

the travel in 1985 to Ustica summerschool Archimede in Progress, sponsored by Berlusconi - Henk trying to hypnotize the sicilian secretaries on their request



Henk illustrating in 1976 the Russell paradox in a logic class attended by 80 students with a beautiful hypnosis experiment involving an imaginary screen that could flip from transparant to black on a token from hypnotizer Henk behind the screen, leading to a contradictory situation

Henk's enthousiasm and encouragement when as a Ph.D-student a new result was found, displaying what in Henk's Buddhist terms is mudita, or मुदिता, whose existence Henk once explained to me

the lambda calculus working week in the Mill in Varik, with Henk, Jan, Henri, June 1975, preparing our blue preprint

the early morning meditation ritual in de Groene Waterman in Utrecht

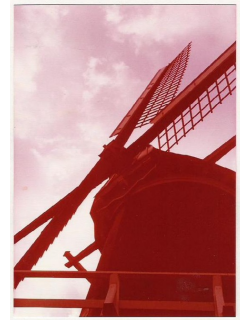
a one semester course in beat ballet attended by Henk, Marianne and me in Utrecht, 1976

Henk as Lady Hendrika in the costume parade in the Dirkje Mariastraat in Utrecht where we were near neighbours

our 3-point telephone network in the Dirkje Mariastraat where the edges of the triangle, not the nodes, were numbered 1,2,3; the number of rings revealed who was the caller

Henk solving the S-problem in some hours in his old red car, winning 25 Dfl of Jan, Henri, me

Henk, thanks for all this and much more, and may everything you value, health, success, happiness, insight flourish like your winning S-term



$$\begin{aligned}
 & SSSAA \\
 & \rightarrow SA(SA)A \\
 & \rightarrow AA(SAA) \\
 & \rightarrow SSSA(SAA) \\
 & \rightarrow SA(SA)(SAA) \\
 & \rightarrow A(SAA)(SA(SAA)) \\
 & \rightarrow SSS(SAA)(SA(SAA)) \\
 & \rightarrow S'(SAA)(S'(SAA))(SA(SAA)) \\
 & \rightarrow SAA(SA(SAA))(S(SAA)(SA(SAA))) \\
 & \rightarrow A(SA(SAA))(A(SA(SAA)))(S(SAA)(SA(SAA))) \\
 & \rightarrow SSS(SA(SAA))(A(SA(SAA)))(S(SAA)(SA(SAA))) \\
 & \rightarrow S(SA(SAA))(S(SA(SAA)))(A(SA(SAA)))(S(SAA)(SA(SAA))) \\
 & \rightarrow SA(SAA)(A(SA(SAA)))(S(SA(SAA))(A(SA(SAA)))(S(SAA)(SA(SAA)))) \\
 & \rightarrow A(A(SA(SAA)))(SAA(A(SA(SAA)))(S(SA(SAA))(A(SA(SAA)))(S(SAA)(SA(SAA)))) \\
 & \rightarrow SSS(A(SA(SAA)))(SAA(A(SA(SAA)))(S(SA(SAA))(A(SA(SAA)))(S(SAA)(SA(SAA)))) \\
 & \rightarrow S(A(SA(SAA))(S(A(SA(SAA)))(SAA(A(SA(SAA)))(S(SA(SAA))(A(SA(SAA)))(S(SAA)(SA(SAA)))))) \\
 & \rightarrow \dots
 \end{aligned}$$

The Lambda-calculus as Typed DSL

Pieter Koopman and Rinus Plasmeijer
iCIS, Radboud University, The Netherlands

A functional programming language such as `Clean` is very suited as host language for the construction of an embedded Domain Specific Language, DSL. Many different ways to construct a DSL are known, ranging from a DSL represented by a data-structure, *shallow embedding*, to set of functions, *deep embedding*. The `iTask` system presented elsewhere in this *Liber Amicorum* is a shallowly embedded DSL.

Representing a DSL as a datastructure has the advantage that it is easy to construct multiple manipulations, *view* of the DSL. The datastructure is the Abstract Syntax Tree, AST, of the DSL. Typical examples of views are pretty printing, interpretation, and optimization. Such a shallowly embedded DSL is bounded by construction, it is clear what belongs to the data type, and hence to the DSL, and what not. Any view must be updated when we extend the DSL by changing the datatype representing it. Fancy type system extensions, like GADTs, are necessary to enable the type system of the host language to check the types of the DSL.

For a DSL represented by a set of functions, often called combinators, the full type system of the host language is available in the DSL. Moreover, it is easy to extend the DSL by adding new functions at need. Such a deeply embedded DSL often silently inherits the entire host language. Typically such a DSL has a single view defined directly by its functions.

Recently we developed a technique to define DSLs by a set of constructor classes. Such a DSL can be strongly typed by the type system of the host language without needing GADTs or similar fancy type systems. Such a DSL can have multiple views by defining multiple instances of the type classes. The type constructor classes give us detailed control over the borders of the DSL. By adding new classes the DSL can be extended without changing existing parts of the language and their views.

To express our appreciation for Henk Barendregt's support in the construction of our language `Clean` we apply this technique to construct a DSL for typed λ -calculus.

The basic part of our typed λ -calculus consists of the class `lambda`. It contains an infix apply operator, `@`, and a λ -abstraction, `L`. The class variable `v` represents the view. The argument of this `v` is the type of the DSL construct.

```
class lambda v where
```

```
  (@) infixl 9 :: (v (a→b)) (v a) → v b      // application
  L :: ((v a)→(v b)) → (v (a→b))             // abstraction uses Clean functions
```

The only way to introduce variables is by a λ -abstraction. It uses a function in the host language to achieve proper bindings. Omitting free variables ensures proper typing. The λ -term $\lambda x.x$ is represented as `L λ x.x`. As extensions of this basic DSL we define numbers, conditional expressions, and the famous Y-combinator.

```
class num v where
```

```
  int :: Int → v Int                          // lift integer to DSL view v
```

```

  (+) infixl 6 :: (v Int) (v Int) → v Int    // addition
class cond v where
  (<) infix 4 :: (v Int) (v Int) → v Bool    // less then for integers
  If :: (v Bool) (v a) (v a) → v a           // conditional expression
class Y v :: (v (a→a)) → v a                // Y-combinator

```

The show view `Show` converts the DSL to a list of strings. To generate fresh variable we pass a state around with a counter and the list of strings instead producing a plain list of strings.

```

:: Show a = Show ((Int,[String])→(Int,[String]))

```

The infix operator `++` appends two shows. The function `s` lifts `Clean` values to this view. The function `fresh` produces a fresh variable name as `String` based on the counter in the state. The function `brac` adds brackets. This view is defined as:

```

instance lambda Show where
  (@) f x = brac(f ++ x)                      // show function and argument
  L f      = fresh λn.brac (s "\\\" ++ s n ++ s \".\" ++ f (s n))
instance num Show where
  int x    = s x
  (+) x y  = brac (x ++ s "+" ++ y)           // show arguments and operator
instance cond Show where
  (<) x y  = brac (x ++ s "<" ++ y)
  If c t e = brac (s "if" ++ c ++ t ++ e)
instance Y Show where
  Y f      = brac (s "Y" ++ f)                // do not unfold the Y

```

The eval view, `:: Eval t = E t`, just contains the corresponding value in `Clean`.

```

instance num Eval where
  int t = E t
  (+) (E x) (E y) = E (x + y)                // evaluate arguments and add them
instance lambda Eval where
  (@) (E f) x = E (f ((λ(E y).y) x))          // extract function and apply it
  L f = E λx.(λ(E e).e) (f (E x))
instance cond Eval where
  (<) (E x) (E y) = E (x < y)
  If (E c) t e = if c t e                     // eval condition, other args are lazy
instance Y Eval where Y f = f @ (Y f)        // unfold the Y

```

As an example, we show the well known factorial function applied to 5. In this DSL, it can be defined as:

```

def = Y (L λfac. L λn. If (n < int 1) (int 1) (n * fac @ (n + int -1))) @ int 5

```

Note that `def` behaves like a macro in the DSL, it will be inlined and cannot be used for recursive definitions. The show view displays the DSL expression `def` as:

```

Y (λx0.(λx1.(if (x1 < 1) 1 (x1 * (x0 (x1 + -1))))) @ 5

```

Evaluating `def` by `Start = v where (E v) = def` yields the desired value 120.

The Hypergame Paradox in Coq

Robbert Krebbers

Århus University

Abstract. Let's play a game called *hypergame*. You pick any game that is guaranteed to end after a finite number of moves (chess, Go, four on a row, tic-tac-toe, *etc*), and then we play it.

It is easy to see that hypergame ends after a finite number of moves: the number of moves is just one more than it would take to play the chosen game. But now that we have established finiteness of hypergame, we may just choose hypergame while playing hypergame, and keep on doing this. This shows that hypergame is infinite, which is a contradiction.

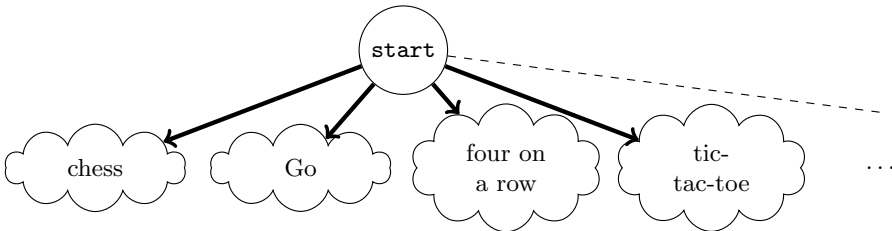
I will present a simple Coq formalization of the hypergame paradox. In contrast to the Girard or Hurkens paradox, my formalization uses Coq's inductive types instead of Church encodings. Albeit less general (it no longer provides a paradox in plain λ^*), this approach gives rise to a much better understandable formalization.

1 Formalization of Hypergame

We represent finite games as strongly normalizing transition relations (called **sn** below) $R \subseteq A \times A$ over a set of states A . Games do not have an initial state, any state may be used to initiate the game. Hypergame is formalized as:

```
Inductive sn {A} (R : A → A → Prop) (x : A) : Prop :=
  | sn_intro : (∀ y : A, R x y → sn R y) → sn R x.
Inductive state :=
  | start : state
  | game {A} (R : A → A → Prop) (Rsn : ∀ x, sn R x) : A → state.
Inductive step : state → state → Prop :=
  | step_start {A} (R : A → A → Prop) Rsn x :
    step start (game R Rsn x)
  | step_game {A} (R : A → A → Prop) Rsn x y :
    R x y → step (game R Rsn x) (game R Rsn y).
```

Starting in state **start**, one can choose any game R by transitioning to the state **game** R R_{sn} x , where R_{sn} is a proof that R is strongly normalizing and x some state of the chosen game. This can be visualized as follows:



2 Finiteness and Infiniteness of Hypergame

We prove that hypergame is finite by case analysis on the initial step, and then by induction on the proof of strong normalization of the chosen game.

```

Lemma help_wf A (R : A → A → Prop) Rsn x : sn step (game R Rsn x).
Proof.
  induction (Rsn x) as [x _ IH]; constructor; intros S H; revert H IH.
  change (step (game R Rsn x) S → match game R Rsn x with
  | start => True
  | game R Rsn x => (∀ y, R x y → sn step (game R Rsn y)) → sn step S
  end); destruct 1; auto. (* manual inversion using match *)
Qed.
Lemma hypergame_wf S : sn step S.
Proof. constructor; destruct 1; auto using help_wf. Qed.

```

In order to prove that hypergame is not strongly normalizing, we exhibit the infinite game: start, hypergame, hypergame, hypergame, ...

```

Fixpoint infinite (n : nat) : state :=
  match n with
  | 0 => start | S n => game step hypergame_wf (infinite n)
  end.
Lemma infinite_step n : step (infinite n) (infinite (S n)).
Proof. induction n; simpl; constructor; auto. Qed.
Lemma hypergame_not_wf : ¬sn step (infinite 0).
Proof.
  intros Hwf; cut (∀ S, sn step S → ∀ n, S ≠ infinite n).
  { intros help; apply (help _ Hwf 0); auto. } (* strengthen the IH *)
  induction 1 as [S _ IH]; intros n ->.
  apply (IH _ (infinite_step n) (S n)); auto.
Qed.
Definition paradox : False := hypergame_not_wf (hypergame_wf _).

```

It is important to note that `infinite` will not be accepted by ordinary versions of Coq as it contains the subterm `@game state` (implicit argument displayed using `@`), where the constructor `game` of the inductive type `state` is applied to `state` itself. This results in a “universe inconsistency”. However, Coq 8.5 has introduced the (unsafe) `-type-in-type` flag that disables universe checking.

3 Sources

The sources are available at <http://robertkrebbbers.nl/misc/hypergame.v> and compile with Coq 8.5 beta 2 with the `-type-in-type` flag enabled. The file is self-contained, and consists of 38 lines of code (including white space).

References

1. William S. Zwicker. Playing Games with Games: The Hypergame Paradox. *The American Mathematical Monthly*, 94(6):507–514, 1987.

(The Game of) Life on an FPGA

Jan Kuper

One of the dearest moments with you, Henk, is when you asked me to join you to Lowlands (2013) where you gave a presentation in Lowlands University under the title “*The Free Will of Our Brain*” (see [1]). A central theme was that determinism and unpredictability are not at all contradictory, and you illustrated your point with Conway’s *Game of Life*, culminating in the movie in which elementary cells together again form cells on a higher level, which again form cells on a higher level, etcetera, up to twenty levels (see [2]). That these levels required more than 10^{80} elementary cells, which made it impossible that the process was actually calculated, was not at all relevant for the psychedelic experience that the presentation of this movie – in a dark environment with loud stimulating music – had on the audience. The link you discussed between the human mind, its (non-)free will, and the unpredictable behaviour of these cells of the *Game of Life*, while defined by simple rules, was intriguing.

Since you also expressed your interest in mathematically defined computation directly executed by digital hardware, I will try to bring the *Game of Life* a bit closer to the (parallel) neurological processes by mapping it to an FPGA (compare [3], [4]).

A cell can be in two states (0, 1) and its next state is determined by the eight neighbours in the surrounding 3×3 matrix m , as follows (x is the value of the central element of m , and t the total of all elements of m except x):

$$\text{next } m = \begin{cases} x & \text{if } t == 2 \\ 1 & \text{if } t == 3 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

The function *next* has to be applied to all 3×3 submatrices of a large (in principle infinite) grid. Implementing the process directly on hardware suggests a *structural* definition rather than an explicitly recursive or iterative one, leading to a function *triples* that generates all triples of consecutive elements

in a list by zipping the list with its own *tail* and the *tail* of its *tail*. Considering a matrix m as a list of lists allows to calculate all 3×3 submatrices by applying the function *triples* on both the element and the list level:

$$sub_{3 \times 3} m = map\ triples\ \$\ map\ tr\ \$\ triples\ \$\ \square_0 m$$

To prevent problems at the edges of the matrix, the function \square_0 surrounds the matrix m with zeroes. The function *tr* transposes a three-tuple of lists into a list of three-tuples, whereas the operation $\$$ stands for low-priority, right-associative function application which avoids parenthesis.

Hardware can be described as a *Mealy Machine*, a function whose first argument represents the state of the hardware and its second argument the input during a clock cycle. The result is a two-tuple of the next state and the output. In case of the *Game of Life* this gives the following definition:

$$\begin{aligned} next_M\ m\ i &= (m', 0) \\ \text{where} \\ m' &= \widehat{next}\ (sub_{3 \times 3}\ m) \end{aligned}$$

Here, \widehat{f} applies a function f on all elements in an aggregate structure of elements (all 3×3 submatrices of m in this case).

The state m of the Mealy Machine is the total grid whereas the input i in fact is empty, that is to say, it is a clock tick. The result is the updated state m' together with an arbitrary output (0).

It is straightforward to rewrite the above definitions as a valid Haskell program. By redefining its types to fixed sizes using *dependent types*, the specification is ready as input for CλaSH, such that it can be actually mapped onto an FPGA.

References

- [1] <https://www.youtube.com/watch?v=uHi0mjssa4Y>.
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=D6aP9S9rEQk>.
- [3] http://www.syntiac.com/tech_fpga_life.html.
- [4] Rinse Wester and Jan Kuper. Deriving Stencil Hardware Accelerators from a Single Higher Order Function. In Peter Welch, *et al*, editor, *Communicating Process Architectures*, pages 205–218, 2014.

The Free Will Theorem

Klaas Landsman

When I came to Nijmegen from Amsterdam ten years ago (hardly knowing what to expect), Henk was one of the few people I had actually heard of. We soon started a monthly lunch group to discuss free will (other members I recall were Peter Hagoort, Hans Maassen, Daniel Wigboldus, and Hub Zwart). We did not get anywhere, and hence the group did not last long, but it was good fun. A little later I first learned about the famous Free Will Theorem of John Conway and Simon Kochen from Henk, who asked me what I thought about it. It took a while, but here is my answer.

The Free Will Theorem (FWT), published in two versions by Conway & Kochen (2006, 2009), shows that the conjunction of determinism and the (alleged) ability of experimentalists to ‘freely choose’ the directions along which they measure the spin of a certain kind of spinning particle is incompatible with quantum mechanics and special relativity. In their second paper they paraphrase their theorem as follows:

‘if indeed we humans have free will, then elementary particles already have their own small share of this valuable commodity. (...) Indeed, it is natural to suppose that this latter freedom is the ultimate explanation of our own. (...) Granted our three axioms [i.e., the uncontroversial physical ones and freedom of choice], the Free Will Theorem shows that nature itself is nondeterministic.’

However, on the very first page of their first paper the authors already seem to acknowledge the fact that such conclusions are not really warranted by their theorem:

“I saw you put the fish in!” said a simpleton to an angler who had used a minnow to catch a bass.’

Our formulation of the FWT (Cator & Landsman, 2014) avoids this criticism, as the original allusion to undefined free will has been replaced by (super)determinism including the settings, which subsequently recovers the original FWT through an independence assumption. To see how, first recall how the physical context of the theorem in all its versions was famously introduced by Einstein, Podolsky, and Rosen (1935): two physicists, nowadays called Alice and Bob, are far apart whilst performing simultaneous experiments on some correlated two-particle state. All we need to know is that the experiment has *settings* (a, b) ‘freely chosen’ by Alice and Bob, respectively, to which the particles respond by registering outcomes (α, β) .

If we assume (super)determinism, there exists a state space Ω , such that each state $x \in \Omega$ determines both the settings $(a = A(x), b = B(x))$ and the outcome $(\alpha = F(x), \beta = G(x))$ of the experiment through functions A, B, F, G on Ω . Even so, we may define what it means for the settings to be ‘freely chosen’. We first postulate a fifth function Z on Ω , which, informally, describes everything except Alice and Bob. Granted that $F = F(A, B, Z)$ and $G = G(A, B, Z)$, the ‘freedom’ assumption we need states that for each triple (a, b, z) , where (a, b) are arbitrary settings and $z \in Z$, there is an $x \in \Omega$ for which $A(x) = a$, $B(x) = b$, and $Z(x) = z$.

In this notation, Einstein's locality assumption states that F and G are independent of B and A , respectively. The FWT now establishes a contradiction between:

- the physics assumptions, i.e., locality and the known possibilities for (α, β) ;
- the 'compatibilist' free will assumption, i.e., determinism and freedom.

Since the former is uncontroversial, the latter must fall. The question then arises which specific philosophical notion of compatibilist free will is being assumed here (and hence refuted). The answer I propose is the well-known 'local miracle' variant thereof due to David Lewis (1981), who tried to make sense of the intuition that even in a deterministic world one in principle has the ability to act differently from the way one actually does, despite the fact that the latter was predetermined. Since I find Lewis's original formulation pretty confusing, let me try to give my own.

Let Ω again be the state space of the Universe, and let Alice's setting $a = A(x)$ be a function of her 'inner state' I and the 'outer state' W of the rest of the world, under whose influence she acts. That is, $A = A(I, W)$ and hence $a = A(i, w)$, where $i = I(x)$ and $w = W(x)$. Determinism is expressed by this. The second assumption underpinning compatibilist free will, freedom, now states that for each pair (i, w) there is some $x \in \Omega$ for which $i = I(x)$ and $w = W(x)$. The point is that if Alice actually chose a , her ability to choose a' (in the sense of Lewis) means that there exists a state x' of the world close to x in the sense that $W(x') = W(x) = w$, making the environment in which she acts the same as in the actual world, but $i' = I(x') \neq i$, where i' should be close to i in some appropriate sense (such as a slight change in the state of Alice's brain), such that $A(i', w) = a'$. Indeed, according to freedom, there is indeed such a nearby state x' , for any given i' and w . This gives us all Lewis wants, and it is this notion of free will that the FWT (or at least our super-deterministic reformulation thereof) assumes for Alice (and similarly for Bob). Moreover, the ensuing mathematical analogy supports Kochen & Specker's intuition that our freedom derives from the indeterminism of elementary particles.

The irony is that although the outspoken intention of Conway and Kochen was to support free will through modern physics and logic, what they actually achieved is quite the opposite: arguably the only philosophically viable version of free will (given that libertarian variants thereof are incoherent in every conceivable way) has now been shown to be incompatible with just a little quantum theory and relativity!

References

- Cator, E., Landsman, K. (2014). Constraints on determinism: Bell versus Conway–Kochen. *Foundations of Physics* 44, 781–791. [arXiv:1402.1972](#).
- Conway, J.H., Kochen, S. (2006). The Free Will Theorem. *Foundations of Physics* 36, 1441–1473.
- Conway, J.H., Kochen, S. (2009). The Strong Free Will Theorem. *Notices of the American Mathematical Society* 56, 226–232. [arXiv:0807.3286](#).
- Einstein, A., Podolsky, B., Rosen, N. (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review* 47, 777–780.
- Lewis, D. (1981). Are we free to break the laws? *Theoria* 47, 112–121.

The arithmetical muse

To Henk Barendregt

The *Anthologia Palatina*, or *Greek anthology*, is a collection of about four thousand brief Greek poems, or *epigrams*, that have come down to us from antiquity. It is divided in fifteen books, each book devoted to one particular theme; for example, book I contains the Christian epigrams, and book XII is known as the *musa puerilis*—poems on what nowadays is called *Greek love*. During the past two centuries, numerous literary figures have translated selections from the Greek anthology, in verse or in prose. The *florilegia* of minor Greek poetry that this gave rise to, with or without the Greek text, and with or without commentary, will easily fill a sizable bookcase.

Book XIV has, other than book XII, proved particularly unpopular with translators. It contains *oracles*, *riddles*, and *arithmetical puzzles*. One of my long-term projects, carried out in collaboration with my *promotus* Steven Hillion, is to turn at least the arithmetical epigrams into passable English verse. Whether our two lifetimes will suffice to bring the project to completion, is by no means certain. On the present occasion, at least the following specimen from our collection may be saved from oblivion. It is a translation of the first poem from book XIV, which records a conversation between Polycrates, tyrant of Samos, and Pythagoras. Just for the sake of variation, we did not employ an English verse form, but used dactylic hexameters.

Polycrates

Blessed Pythagoras, thou Heliconian son of the Muses,
answer this question of mine, how many there are in your quarters
who distinguish themselves in the gallant struggle for wisdom.

Pythagoras

Indeed, here is my answer, Polycrates. Half of the total
practise with diligence pure mathematics. Further, a quarter
toil over nature's immutable laws. Then there is a seventh
ruled by complete silence and changeless words kept hidden.
Lastly, there are three women, Theano surpassing the others.
This many are the divines of Pieria under my guidance.

The *Samian Academy of Sciences*, on which this verse provides so much information, did not live as long as its much younger Alexandrian sister. In fact, it is said that Pythagoras left Samos at age 40, around 530 BC, in order to escape the tyranny of Polycrates.

The academician who feels that solving arithmetical trifles is best left to a younger generation, may amuse himself with dividing his *own* academy into f(r)actions that please both the arithmetical and the poetical senses.

Hendrik Lenstra

Mathematisch Instituut, Universiteit Leiden

Dear Henk

it is now 37 years that we started our long lasting collaboration ... some good science, I think, but also a lot of fun. And I mean it ! Very often we couldn't stop laughing, because mathematics is the joy of knowledge, it is aesthetics and its opposite: the ugly nonsense; it is a permanent brushing against the paradox. Is there another discipline where arguments may be given, seriously and deeply, per absurdum? And, sometimes, the absurdum may be really ... absurd.

The nuance also matters, the “secrete darkness of milk”, which superposes waves, in continua, that produce the opposite of the dominating color. The “almost” is a fundamental concept in mathematics, like in physics where it is crucial in classical measurement, always an approximation, an interval; it had a further revolutionary role when quantum indetermination was proposed. The world is not continuum nor discrete, it is what it is. Yet, by these two mental frames, since they concern the entire human approach to knowledge, we construct different insights on the world. So, our dialogue on models, from different perspectives, was particularly stimulating.

I would love to discuss again with you on the interfaces of discrete vs continua, as we once did concerning models of lambda-calculus. There is an increasing folly on the “Universe and a (big) Turing Machine”, which replaces approximation and interpretation of reality by the absolute of exact digits. As Turing observes, in his 1950 “imitation game” paper: “The system of the 'universe as a whole' is such that quite small errors in the initial conditions can have an overwhelming effect at a later time. The displacement of a single electron by a billionth of a centimetre at one moment might make the difference between a man being killed by an avalanche a year later, or escaping.” A fluctuation below the pertinent measurement, the best approximation for knowledge, with unpredictable but observable consequences ... And he continues: “It is an essential property of the mechanical systems which we have called 'discrete state machines' that this phenomenon does not occur.” Similarly, he, who invented the Logical Computing Machine, now a discrete state machine, a physical device, insists: “The nervous system is certainly not a discrete-state machine. A small error in the information about the size of a nervous impulse impinging on a neuron, may make a large difference to the size of the outgoing impulse”. Approximations, nuances ... manifold interpretations, the role of qualitative mistakes, of laughing while constructing tentative absurd consequences of a fuzzy argument. Meaning is always approximated, meaning is inevitably an “almost”: it results from the interference of an action (animals and their brains are always active) with an ongoing “coup”, a friction on the world. It depends on history, actually on the always renewed interpretation of the past. The brain not only is not a discrete-state machine, but even not an input-output device: it is active and its action is canalized by the friction by the body and the senses on the world, on the always re-interpreted fuzziness of animal memory – certainly not an exact digital data base.

Today, my birthday, I also finished a letter to Alan Turing, as I was invited to write one for a volume in French of “letters to ...”. Turing invented the discrete-state machine and its software as well as the continuous dynamics of forms (morphogenesis) over a changing hardware with no software, no coding, whose need his 1952 paper “falsifies”. A nice joint occasion to wish you a good rest of your long life Henk, active and thinking continually, as usual ...

Ciao, un abbraccio
Peppe

--

Giuseppe Longo

<http://www.di.ens.fr/users/longo>

Centre Cavaillès, CNRS et Ecole Normale Supérieure, Paris,
and Department of Integrative Physiology and Pathobiology,
Tufts University School of Medicine, Boston

Henk - prehistory

Victor W. Marek, Computer Science, University of Kentucky

August 23, 2015

Here is how it all started. In the Summer of 1968, my advisor, Professor Andrzej Mostowski organized a logic meeting in Warsaw. As the fate had it, the (now defunct) Warsaw Pact decided to invade Czechoslovakia at precisely the same point of time. So here we were, European logicians (Americans, safely, staying on the other side of the Ocean) discussing new developments in Foundations, as the tanks rolled into Prague. Among the participants was Henk Barendregt, sent to the meeting by Dirk van Dalen, his advisor. Warsaw of the 1960ies was a shabby place. Visiting students were lodged in a student hall, dirty and noisy. Our daughter was with her nanny out of town, and we brought Henk to stay with us. Soon we found plenty of common interests, not only in Mathematics. That is because of one thing that never changed - Henk's love of music. I attended later several concerts where he played drums for Student Orchestra of Utrecht. I was always envious of Henk's multiple gifts.

Dolly Barendregt, on learning that we like tea, sent us a big box of various teas (absolutely unavailable at the time in Poland.).

Symphonic drums being quite large, Henk needed a station wagon.

No wonder that we kept in touch with Henk and so, next year, 1969, on my way to Manchester Logic meeting I stopped in Utrecht to see what is going on. Symphonic drums being quite large, Henk needed a station wagon to move them around. There were, besides of Henk, two other Utrecht logicians traveling to Manchester; Ulrich Felgner, and Carl Gordon. We all packed into the Renault. We took the ferry from Holland to Kingston. The local border patrol freaked seeing such an international band of mathematicians. I am sure they've never seen such group of long haired individuals.

In 1970, I joined Mathematical Institute on 5, Boedapestlaan in Utrecht. Henk was a graduate student, I was a post-doc with Dirk van Dalen. Soon, we had a Foundation Seminar. I, of course, tried to push the Tarski approach - set theory and model theory and Azriel Levy's hierarchy of set-theoretic

formulas.. At the time Henk responded with λ -calculus. In friendly competition, each one of us tried to change the other's view of Foundations - neither of us succeeded. I recall that, as a civil servant in Holland I had a long title (something about a well-educated, or maybe enlightened, individual). Henk, as a *doctorandus*, had another, equally long title. We sometimes used those addressing each-other. We discussed Foundations with me pushing Cantor at Henk, and him pushing Brouwer on me. And so it stayed.

Eventually, both of us found our way to Computer Science, somewhat unexpectedly, and through different paths. It was easier, I believe, for Henk, because since John McCarthy λ -calculus had computational flavor, resulting in a number of functional programming languages. To some extent, the needs for expressivity of these languages, their ease of use and the view of the programming world drove the λ -calculus research. I took a roundabout way, through databases and nonmonotonic logic to Answer Set Programming and SAT.

But Holland was not just Mathematics. Barendregts provided a substitute family for me, with numerous meetings at Johannes Verhulst Straat (Dolly's house), Leliegracht (Johann Barendregt, Henk's father) and, of course, Varik, where Henk was renting a real 17th century mill. On *Sinterklaas Day*, there were gifts, small poems and a lot of merry.

Periodically meeting in all sort of places throughout Poland, Holland, and United States, we would later discuss how the fate, ultimately, drove us, from the Cantor or Brouwer-Heyting paradise to mundane places where programming constructs matter. But it is not, really, an accident - Foundations evolved in these 45-plus years and encompass to day fundamentals of computing.

Now, our generation is slowly going away. Many already did, and the Foundations we leave for successors is closer than ever to Computer Science. Certainly, it was fun to be present at this time of change.

Fruit Flies

James McKinna

LFCS, School of Informatics, University of Edinburgh

`james.mckinna@ed.ac.uk`

2015-09-01

Reflecting on memories of Henk, there are many reasons to be grateful. For these few here, but for so many others, Henk, van harte bedankt!

The Yellow Book Others will write more about the first “Yellow Book”, whose existence, and falling-apart through constant reference, made it the *vade mecum* of many PhD students in Edinburgh in the early days of the LFCS. Both the book, and the Lab as we then knew it, had *aura*, a word, and an idea, of which Henk has often spoken with passion, not least for the sense it conveys of atmosphere, discipline and dedication, so often associated with the highest human achievements.

Vipassana Others will doubtless write of Henk as a teacher, in the Vipassana tradition of *seeing things clearly as they are*: a principle, no more, no less, than that which suffuses all that Henk has turned his mind to. For the romantic, sentimental or merely foolish, each encounter with such clarity can be disheartening, blinding or simply bewildering, unless one is lucky enough to learn to listen, and see, properly. Readers familiar with Doris Lessing’s *Canopus in Argos* series of novels may readily recognise in themselves the experience of ordinary beings, when encountering the Canopeans: their thoughts and speech too high-pitched to be heard, let alone understood, but to be merely caught fleetingly, like the humming of bees.

Computer Wiskunde I am personally grateful to Henk for the time I spent in Nijmegen under the DIAMANT programme, as a lecturer in Computer Wiskunde. It is a rare privilege as a scientist to have experienced a

full-blooded, classical paradigm shift, as Kuhn described: from an undergraduate education in Cambridge in the early 1980s, when the efforts of crazy Dutchmen to formalise Landau's *Grundlagen der Arithmetik* on a machine could be openly ridiculed by my professors, as had Brouwer's ideas forty years earlier, to the fêting of, and declining resistance to, the formalisations of the proofs of the Four-Colour Theorem and the Kepler Conjecture. Of course, in this endeavour Henk is not, and has not been, alone, but his articulation of a *cool*, not romantic, future of mathematics done by people *with* machines, and the role played by his Foundations group from the 1990s to the present day in developing the ideas towards such a future, have played an important part in transforming how we think.

Trinities Reflecting on Henk, his writing, and more particularly his speech, one cannot but think of his love of trinities: the projection of the infinite-dimensional space of light onto the primary colours; the three-dimensional hormonal soup of the brain liquor as a projection of Mind; Randy Pollack's account of the foundations of mathematics in terms of Formalism, Logicism and Platonism; the combinators **S**, **C**, and **K**, and their role in defining a self-interpreter for the λ -calculus. In each case, and many others, one glimpses Henk's use of trinities as a more creative tool for the exploration and elaboration of complex concepts than mere dialectical opposition. And perhaps the most appropriate, that of Baudelaire's *L'invitation au voyage*?

*Là, tout n'est qu'ordre et beauté,
Luxe, calme, et volupté.*

Fruit Flies But I finish with one of my earliest memories of Henk: the 1991 *Summer School on Typed λ -Calculus*, held on the old Toernooiveld site of the Katholieke Universiteit Nijmegen as it then was. As so often, a formative experience in the lives and minds of junior researchers, many of whom are now the leaders of their generation, in the Netherlands and elsewhere.

Much of the subject matter emerged later in Herman Geuvers' PhD thesis, and the Handbook article on Pure Type Systems. Much of the greater richness of type theory as we now understand it was already present in the work of Per Martin-Löf. But looking back, what I am grateful for, as a scientist, is Henk's isolation of PTSs, and their extremely careful articulation in the lectures, notes and exercises, as a new laboratory species, suitable both for the training of inexperienced minds, and for research at the frontiers.

Lieve Henk,

Ik heb je leren kennen als een man met veel passie voor je werk en yoga, een prettige collega met een warme persoonlijkheid, belangstellend, een levensgenieter.

Het ga je goed Henk!

Simone



Beste Henk,

Mijn eerste werkdag, 14 april 1997, herinner ik me nog heel goed.

Jouw werkkamer was op de 6^e verdieping van de oude bètafaculteit.

“Kom maar, ik heb al wat werkjes voor je”, riep je vanachter je computer.

Ik ging alvast zitten en bestudeerde je werkkamer. Er hingen prachtige schilderijen met Japanse prenten, overal lagen stapels boeken en pal naast de bank een uitpuilende papierbak.

Je kwam naast me zitten, pakte een blaadje uit de bak en op de blanco achterzijde tekende je vijf vakken. In het eerste en grootste vak noteerde je Lambda Calculus → 80%.

Je legde me uit wat lambda calculus was en het belang van bewijzen.

In het tweede vak schreef je Neuropsychologie en Boeddhisme → 20%.

Daarnaast noteerde je de adviesraden (‘maatschappelijke dienstverlening’).

Onderaan kwamen de namen te staan van personen die belangrijk voor je waren en de onderzoekscholen MRI en IPA. Hiermee kon ik aan de slag!

Een drukke tijd brak aan. Je kreeg als excellent geleerde een premie van de universiteit en wilde je gaan richten op het onderzoek, wat je ook het liefst deed. Vergaderen en bestuurlijk werk was niet echt aan jou besteed, dat liet je graag over aan anderen.

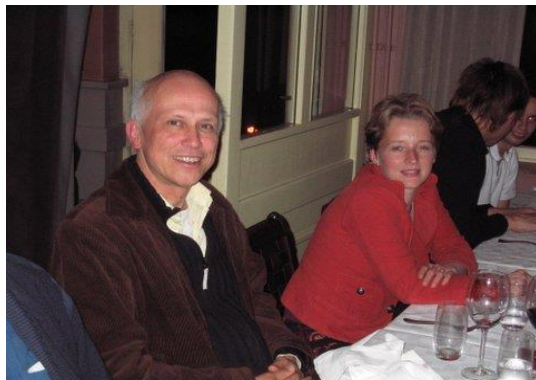
In de loop der jaren veranderden de percentages van het schema. Reflectie, bewustzijn, het onderzoek naar de effecten van meditatie nam een belangrijke plaats in.

Henk, in al die jaren ben je niet wezenlijk veranderd.

Vriendelijk, gelijkmoedig en aandachtig.

Geniet in goede gezondheid van je tijd, waar je ook bent!

Nicole



Henks wijsheid en herinneringen aan Nijmegen

door *John-Jules Meyer* (Universiteit Utrecht, voormalig hoogleraar Katholieke Universiteit Nijmegen)

Ik ken Henk Barendregt al vele jaren. Eerst van een afstandje; later werd ik zijn collega-hoogleraar in Nijmegen en op een gegeven moment was hij decaan van de faculteit in Nijmegen waar ik buitengewoon hoogleraar was.

M.n. in mijn Nijmeegse tijd heb ik hem wat beter leren kennen en heb ik ook een aantal gesprekken met hem gehad als collega-hoogleraar maar ook in zijn hoedanigheid van decaan. Een van de opmerkelijkste gesprekken was tijdens een lunch. Hij wist dat ik me o.m. bezig hield met de semantiek en zijdelings de verificatie van concurrente processen. In die dagen waren er bewijssystemen voorgesteld voor programma's in parallele programmeertalen zoals ADA. De bewijsregels van deze systemen waren erg complex, zodat zelfs de gezondheid van de regels bepaald niet triviaal was om te bewijzen. Ik weet nog goed dat Henk enigszins schoorvoetend (ik denk om mijn gevoelens hieromtrent te tasten en me niet te beledigen) aan mij vroeg of ik die bewijssystemen nu echt elegant vond. We praatten een beetje over de oorsprong van dat soort bewijssystemen zoals Hoare logica voor simpele imperatieve while-talen. Die waren best elegant, met mooie aansprekende regels, waarvan de geldigheid niet al te moeilijk in te zien was. Maar zo'n bewijssysteem als voor ADA was eigenlijk te gecompliceerd om nog elegant te zijn, daar waren wij het wel snel over eens. (Sorry, WP.)

Een andere 'encounter' met Henk was in zijn hoedanigheid van decaan van de faculteit. Volgens mij vond het gesprek plaats op het station van Utrecht in de marge van een vergadering van de onderzoeksschool Logica of iets dergelijks. Henk had eigenlijk een erg vervelende opdracht gekregen van de Nijmeegse rector, als ik me goed herinner een tandheelkundige met veel oog voor normen en waarden. (Deze heeft volgens mij de gekleurde sjaal aan de toga van een Nijmeegs hoogleraar toegevoegd om wat kleur te brengen in het overigens nogal kleurloze tenue. In mijn geval licht-blauw. Ik heb 'm nog steeds alhoewel deze sjaal in Nijmegen allang is afgeschaft. Ik draag 'm nog wel eens bij een promotie buiten Nijmegen, als ik denk dat het cortège wel wat kleur kan gebruiken. Overigens betekent dit dat ik 'm niet draag in Utrecht, want daar doen de aanwezige regenboogkleuren in de toga's al gewoon pijn aan je ogen. Utrecht heeft een andere oplossing voor meer kleur aan de toga's gekozen.) Ik was onlangs op bezoek geweest bij de rector voor een kennismakingsgesprek. Ik was niet zo lang geleden benoemd als hoogleraar bij de universiteit. Volgens mij was het een zeer levendig en goed gesprek, maar achteraf bleek de rector zich geërgerd te hebben aan mijn frivole kleding. In die tijden, ik was nog erg jong en onervaren, dacht ik daar niet zo goed bij na. Ik heb (o.m.) een kledings-(eigenlijk stoffen-)allergie en er zijn maar weinig stoffen die ik kan verdragen. Daarom draag ik normaliter veel badstof truien en zijden overhemden. Het geval wil dat ik in die tijd nogal opvallende kleurige truien droeg (zo had ik een licht-blauwe die overigens wel een beetje de kleur had van mijn toga-sjaal...), en ik had er niet bij stil gestaan dat ik die dag een kwartiertje mijn opwachting moest maken bij de rector tussen de gewone werkzaamheden van college geven, afstudeerders en

promovendi begeleiden en vergaderen door. (Overigens heb ik erg mooie herinneringen aan mijn Nijmeegse tijd. Zo gaf ik vaak college op de vrijdagmiddag van 3 tot 5, een tijdstip voor echte liefhebbers. Ik herinner me een jaar met zo'n 10 studenten die op een enkeling na allemaal aio zijn geworden in Nijmegen of elders in het land... Echt een voorrecht om voor zo'n gezelschap college te geven!)

Ik vind nog steeds dat Henk zich bijzonder wijs van zijn taak heeft gekweten. Hij zei zo iets als: "Ik moet je iets vertellen en je wordt of ontzettend kwaad of barst in een spontaan lachen uit." En toen vertelde hij dat de rector had gezegd dat hij met mij had gesproken, en dat hij mij een jonge enthousiaste nieuwe kracht had gevonden, maar dat hij niet bepaald gecharmeerd was van de kledij die ik tijdens dit gesprek had gedragen. Dat was toch wel zeer ongepast. En of Henk in zijn hoedanigheid van decaan mij erop kon aanspreken. Uiteraard heb ik de rector nooit meer gesproken in die kleren, waarbij ik in het midden laat of ik de rector überhaupt ooit nog heb gesproken... Beste Henk, ik waardeer nog steeds hoe omzichtig en wijs je met deze rectorale opdracht bent omgegaan naar mij toe, rekening houdend met mijn gevoelens. Ik denk dat ik Henk altijd zeer wijs heb gevonden, ook in meer serieuze en wetenschappelijke zaken. Dat hij altijd zo uiterst bedachtzaam kijkt als hij praat, draagt hier ook aan bij, denk ik.

Beste Henk, ik heb een groot respect voor je gekregen als wetenschapper en als bestuurder. Het ga je goed in je emeritaat.

Amsterdam, 26 juli 2015.

Beste Henk,

Je gaat afscheid nemen van een werkzaam leven van vele jaren. In die jaren ben je gevormd door vele mensen en heb je vele mensen leren kennen. Dat geldt ook voor mij, en dus is het op zo'n moment eens aardig stil te staan bij onze relatie. Ik heb jou in de jaren zeventig leren kennen in Studentclub Hybrydy in het centrum van Warschau. Jij was toen student-assistent van prof. Dr. Mostowski. Volop bezig met werk voor Lambda calculation. Jij viel in de smaak, niet alleen vanwege je eruditie maar ook vanwege je uitstraling en makkelijke omgang. Het was ook een bijzondere tijd. Een vrijgevochten tijd van de Flower Power. Meisjes vielen graag voor jou en ook ik kreeg een zwak hart met grote liefde.

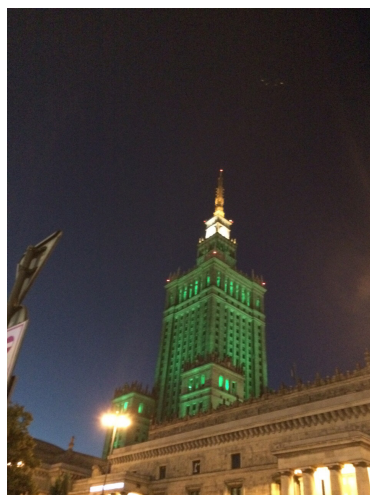
Daarna ging ik als 19-jarig meisje op uitnodiging naar Nederland. In het huis met de molen in de buurt van Utrecht, speelde jij, Henk, stukjes van Erik Satie en hield wetenschappelijk wiskundige conferenties. Zo ging ik in deze studentenvrijheid op de bonne-fooi naar Lago Maggiore om je op te zoeken. Ik keerde terug naar Amsterdam en daar maakte ik kennis met je moeder, welke me altijd vertelde over je reizen naar Amerika met professor Kreisel. Zo was ik verbonden met Holland en Amsterdam.

Hierbij nog enkele foto's van onze ontmoetingen in Warschau en Amsterdam welke ik met plezier terugkijk.

Ik wens jou het allerbeste in de toekomst en ik denk dat je voor eeuwig met de wetenschap verbonden zal blijven.

Het ga je goed.

Jolanta Missiuro



Van boven naar beneden:

-Foto van mij

-Henk en Dolly

-Paleis der cultuur in warschau

Beste Henk,

Deze foto is uit 1973, tijdens mijn promotie. Ik sta deemoedig voor Dick de Bruijn, die me toespreekt. Bert Jutting staat rechts naast me. Jij zit op de hoek de boel kritisch aan te kijken, in fraaie jaren-zeventig-kledij, hoewel daar op de foto weinig van te zien is. Had je geen kanten kraag? Dat is tenminste wat Janneke zich herinnert.

Ik had lang haar, zoals je ziet, maar het jouwe was nog een stuk langer. Dat suggereert dat je veel meer van het vak wist dan ik (wat waar is). Intussen is van jouw haar minder over dan van het mijne, maar je weet nog steeds veel meer. Aan de lengte van het haar kan het dus niet liggen.

Desondanks vond ik het toen al plezierig om met je over het vak te praten en over andere dingen die ons interesseerden. We zagen elkaar niet zo vaak, maar het goede contact is daarna, in al die jaren, blijven bestaan.

Ik ben blij dat ik je heb leren kennen en dat ik dit nu mag laten weten in je afscheidsboek. Ik hoop dat het je goed gaat en dat we elkaar af en toe nog eens tegenkomen.

Rob Nederpelt



Beste Henk,

Nu je laatste academische uurtje (bijna) geslagen heeft, kom je aan het begin te staan van een totaal nieuwe levensfase: het emeritaat. Daar ik al bijna 24 jaar in deze fase verkeer, mag ik terzake het predikaat 'ervaringsdeskundige' voeren. Maar het is verre van mij om je vanuit die capaciteit te gaan voorlichten over de vele mogelijkheden die deze nieuwe levensfase biedt. Wel wil ik, aansluitend bij een vroegere wens van jou, een voorstel voor een beperkte nieuwe gemeenschappelijke activiteit formuleren.

Daar je, in verband met je mantelzorgerschap, zeer geregeld het traject Nijmegen – Amsterdam v.v. aflegt, en dat doende het dorp Abcoude, eveneens zeer geregeld passeert, stel ik voor dat je de terugreis zo nu en dan in het genoemde dorp onderbreekt om met mij een gedachtenwisseling over de grondslagen van de morfologie van het centrale zenuwstelsel te voeren. Daar de genoemde tak van wetenschap een sterk verwijzend karakter heeft, mag worden verwacht dat deze gedachtenwisseling tot interessante nieuwe gezichtspunten zal kunnen voeren.

Wat mij betreft zal er gedurende de periode van 1 november 2015 tot 1 maart 2016 tijd en ruimte voor deze nieuwe gemeenschappelijke activiteit zijn. Bij deze van harte uitgenodigd!!

Mede namens Suzanne wens ik je alle goeds in de komende jaren, voor jou en Lydia gezondheid, harmonie en (dus) veel muziek.

Abcoude, 2 september 2015

Ruud Nieuwenhuys



Af en toe, mogelijk ook geregeld, bevond Henk zich tussen medici en/of biologen, onder meer bij de Aias bijeenkomsten(in Abcoude) en na daartoe uitgenodigd te zijn bij een Symposium van het Thijm genootschap in 2000 over Hersenen, Bewustzijn en het Zicht op onszelf,(Valkhof Pers 2001), Aan die bijeenkomst denk ik nu terug.

Hij leverde daaraan een bijdrage getiteld: Het “moeilijke”probleem. Daarin maakt hij onderscheid tussen het gemakkelijke en het moeilijke probleem.

Hij maakt daarbij een scherp onderscheid tussen de vragen 1 en 2. 1)“Hoe werken de hersenen eigenlijk,en hoe bepalen die het menselijk gedrag? ” er zijn mini- stroompjes af te leiden van verschillende hersendelen, hoe lastig dat ook is, dat is het ,nog relatief, gemakkelijke probleem”. Het moeilijke probleem is :2) Hoe wordt het bewustzijn veroorzaakt en hoe verhouden zich hersenen en bewustzijn tot elkaar? Is het bewustzijn nodig?

In zijn eigen bijdrage aan dat symposium en in latere discussies wordt duidelijk dat we eigenlijk weinig weten en begrijpen van dat bewustzijn .Het is zeker meer dan een netwerk van stroompjes. In de forumdiscussie,nog steeds in datzelfde boekje, wordt de vraag opgeworpen wanneer bewustzijn ontstond, en waar dat in de natuur te vinden zou zijn of te vinden is.

Pluis je de teksten verder uit dan blijkt dat Henk vindt dat het gebruikelijke natuurwetenschappelijke evolutiemodel niet voldoende is om het bestaan van een bewustzijn te verklaren noch om de geheimzinnigheid daarvan te doorzien. Denk bijvoorbeeld aan de vaak gehoorde uitspraak ”ik ben een liefhebber van de muziek van componist X”, waar zetelt zo’n vraag, uit het domein van het bewustzijn,in het brein en waar ligt de oorsprong van zo’n vraag??

Hij “gelooft”dat naast en mogelijk aanvullend aan het, niet alleen materialistische, natuurwetenschappelijke model iets extra’s nodig is ter verklaring van het bewustzijn, :een lichtscheppende factor, zoiets als, in katholieke termen gevat,“een Heilige Geest”, of in boeddhistische termen een soort Nirwana.

Hij citeert een hypothese, niet de zijne,afkomstig van de natuur-filosoof Chalmers(D.J.) dat wanneer ergens een grote informatie dichtheid ontstaat, er vanzelf bewustzijn ontstaat. Dat klinkt niet alleen plausibel , maar past ook goed in mijn visie en ervaring (van een bioloog). Ik ben het niet eens met de opvatting dat er, onder het niveau van de mens, in het dierenrijk, geen bewustzijn zou bestaan. Ik voel veel meer voor de in de hypothese gestelde situatie als verklaring van structuren en/of fenomenen in de natuur,:namelijk, dat er evolutionair eerder ergens een kiem of aanleg voor zoiets als een bewustzijn op ‘n bepaald niveau bestond, die in de loop van de evolutie óf tot verdere expressie is gekomen ,óf op de achtergrond, in de vergetelheid, is geraakt en nu nog slechts rudimentair aanwezig is. Dit soort verklaring ligt dichtbij die van Pierre Theilhard de Chardin,met zijn stelling over de opklimmende complexiteit van ”levens”-vormen , parallel met die van het bewustzijn. Door mee te doen met discussies op dit buiten zijn directe vakgebied liggende terrein toonde Henk zijn brede inzicht en interesse. Dat blijkt ook als je hem meemaakt in gesprekken. Zo heeft hij ,niet alleen hierin, maar ook in vele andere situaties blij gegeven geïnteresseerd te zijn buiten zijn eigen wetenschappelijke discipline, in vele hem omringende fenomenen.

Jan Osse zomer 2015

Ref.:Palmyre Oomen e.a.:Hersenen, Bewustzijn,Zicht op onszelf.,Valkhof Pers 2001.122pp.

The Essence of Tasks

Rinus Plasmeijer and Peter Achten
iCIS, Radboud University, The Netherlands

Discussions on programming concepts with Henk often start with a process in which everything is made as simple as possible, but no simpler¹. Here we apply this principle to explain what *tasks* are. We use the functional language *Clean*, the language that Henk has helped giving birth². The definitions in the next figure capture the essence of the *iTask* framework³. The *iTask* framework is a domain specific language, embedded in *Clean*, to create distributed, multi-user web applications.

A task is an abstraction of work performed by humans and computers. When a task is executed, it produces an observable value which may change over time: a task of type **(Task a)** exposes its progress via values of type **(TaskValue a)**. A task might currently not have a value available (**NoValue**), or it has a value that is **Unstable** or **Stable**. It can alternate between unavailable and unstable values until it reaches a **Stable** value. Whenever a task performs an internal step, it rewrites itself to a successor task: the remaining work that has to be done. Finally, tasks can have an effect on the external world. This is modeled as a state transformer function on the ***World**⁴. The evaluation of a task, expressed with the function **eval**, rewrites the task until it produces a **Stable** value. Tasks are constructed via *task combinators* and *basic task functions*. A task combinator is a function that captures a recurring task pattern. The set of predefined basic tasks depends on the application domain. For instance, in *iTask* we encounter a basic task for user interaction similar to **editor**:

```
editor :: p a -> Task a | toString p & toString, fromString a
```

(**editor p v**) shows prompt *p* to explain the user what is expected, and value *v* that can be edited. Because the user can change her mind, the task value is **Unstable**. There are *four* core task combinators, **return**, **>>***, **@**, and **parallel** that are used to express custom task combinators. With **return** one can lift a value to the **Task** domain without further ado: it produces a **Stable** value. The combinator **>>*** exploits the fact that tasks are observable via their current task value. In (*t >>* next*) the observer *next* inspects the task value of *t* while task *t* is executing. Depending on the progress, or lack thereof, of task *t*, *next* can decide to stop further evaluation of *t* and use its current task value, if any, or keep waiting for a suitable task value of *t*. The type and value of any task can be altered with the **@** combinator, while preserving the stability of the task value. The **parallel** combinator evaluates tasks in parallel. In (**parallel ts f**) the function *f* is used to create an appropriate task value for the parallel composition. As an example, the *iTask* combinator (*a -||- b*) waits for the first available **Stable** value of *a* and *b*:

```
(-||-) infixr 5 :: (Task a) (Task a) -> Task a
(-||-) a b                      = parallel [a, b] first
where first [Value a Stable, _] = Value a Stable
      first [_ , Value b Stable] = Value b Stable
      first _                    = NoValue
```

This concludes our survey on tasks. In the confines of these two pages we have not simplified too much, but we most certainly have not discussed everything worth mentioning. We will undoubtedly enjoy more discussions with Henk about these and other matters and thank him for his inspiration and support.

```

:: Task      a      := *World -> *(R a, *World)
:: R         a      = R (TaskValue a) (Task a)
:: TaskValue a      = NoValue | Value a Stability
:: Stability   = Stable | Unstable
:: Maybe      a      = Nothing | Just a

eval :: (Task a) *World -> *(a,*World)
eval t w      = let (R nv nt,nw) = t w
                  in if (isStable nv) (fromStable nv,nw) (eval nt nw)

return :: a -> Task a
return a      = \w -> (R (Value a Stable) (return a), w)

(>>*) infixl 1 :: (Task a) ((TaskValue a) -> Maybe (Task b)) -> Task b
(>>*) t next      = \w -> let (R nv nt, nw) = t w
                          in case next nv of
                              Nothing -> (R NoValue (nt >>* next), nw)
                              Just tb -> tb nw

(@) infixr 4 :: (Task a) (a -> b) -> Task b
(@) t f      = t >>* post f
where post f (Value a s) = Just (\w -> (R (Value (f a) s) (t @ f), w))
      post _ novalue     = Just (\w -> (R NoValue (t @ f), w))

parallel :: [Task a] ([TaskValue a] -> TaskValue b) -> Task b
parallel ts f      = \w -> let (nrs, nw) = seqList ts w
                          (nvs, nts) = unzip [(nv,nt) \ \ R nv nt <- nrs]
                          in (R (f nvs) (parallel nts f), nw)

```

Figure: *The core definitions of tasks, expressed in Clean*

¹The quote “Everything must be made as simple as possible, but no simpler” is attributed to Albert Einstein.

²Barendregt, van Eekelen, Glauert, Kennaway, Plasmeijer, Sleep. *Towards an intermediate language based on graph rewriting*, PARLE ’87.

³<http://wiki.clean.cs.ru.nl/ITasks>.

⁴Achten. *Interactive Functional Programs - models, methods, and implementations*, Ph.D. thesis, University of Nijmegen, 1996.

β reduction without rule ξ

For Henk Barendregt on his formal retirement

Masahiko Sato

Randy Pollack

We assume it is well known that, for β reduction of pure λ terms, the ξ rule is invertible:

$$\lambda x.s \xrightarrow{\beta} \lambda x.t \implies s \xrightarrow{\beta} t$$

With this observation we give a de Bruijn-like representation of pure λ terms, and rules for β reduction in this representation that need no rule ξ because rule ξ is admissible. This work has been formalized in Isabelle/HOL and proved adequate w.r.t. nominal Isabelle.

Fix a countable set of names, ranged over by x, y . Let i, j, m, n range over natural numbers. The raw syntax of preterms is

$$\text{pt} ::= \mathbf{X}_n x \mid \mathbf{J}_n j \mid (M N)_n$$

Preterms are ranged over by M, N, P, Q , and indexed by their *height*, n . We write $\text{hgt } M = n$. There is a notion of *well formedness* of preterms, $\mathcal{W}M$, defined inductively by

$$\frac{}{\mathcal{W}\mathbf{X}_n x} \quad \frac{i < n}{\mathcal{W}\mathbf{J}_n i} \quad \frac{\mathcal{W}M \quad \mathcal{W}N \quad n \leq \text{hgt } M \quad n \leq \text{hgt } N}{\mathcal{W}(M N)_n}$$

If $\mathcal{W}M$ we call M a *term*, and write $\mathcal{W}_n M$ to mean $\mathcal{W}M$ and $n \leq \text{hgt } M$. The height of a term shows how many bindings it implicitly sits under.

We can define *abstraction* as a function on preterms:

$$\begin{aligned} \text{lam}_x(\mathbf{X}_n y) &:= \text{if } x = y \text{ then } \mathbf{J}_{n+1} 0 \text{ else } \mathbf{X}_{n+1} y \\ \text{lam}_x(\mathbf{J}_n j) &:= \mathbf{J}_{n+1} (i+1) \\ \text{lam}_x((M N)_n) &:= (\text{lam}_x(M) \text{lam}_x(N))_{n+1} \end{aligned}$$

Abstraction preserves well formedness and raises height by one.

$$\mathcal{W}_n M \implies \mathcal{W}_{n+1} \text{lam}_x(M)$$

Conversely, every term with height a successor is an abstraction. We use A, B as metavariables over abstractions.

The intended interpretation of preterms is given by the relation

$$x \sim \mathbf{X}_0 x \quad \frac{t_1 \sim M_1 \quad t_2 \sim M_2}{(t_1 t_2) \sim (M_1 M_2)_0} \quad \frac{t \sim M}{\lambda x.t \sim \text{lam}_x(M)}$$

which is an isomorphism between conventional λ terms (e.g. nominal terms) and terms of our formal language.

To define instantiation we first introduce a lifting function

$$(\mathbf{X}_n y)^\uparrow := \mathbf{X}_{n+1} y \quad (\mathbf{J}_n j)^\uparrow := \mathbf{J}_{n+1} (i+1) \quad ((M N)_n)^\uparrow := ((M)^\uparrow (N)^\uparrow)_{n+1}$$

which we iterate as: $(M)^{\uparrow 0} := M$ and $(M)^{\uparrow m+1} := ((M)^{\uparrow m})^\uparrow$.

Instantiation is a binary function, $M[N]$. If $\text{hgt } M = 0$ (M is under no binders), $M[N] = M$. Otherwise $M[N]$ fills any holes $\mathbf{J}_{n+1} 0$ in M and adjusts the rest of the term:

$$\begin{aligned} \mathbf{X}_{n+1} y[N] &:= \mathbf{X}_n y & \mathbf{J}_{n+1} 0[N] &:= (N)^{\uparrow n} & (M P)_{n+1}[N] &:= (M[N] P[N])_n \\ \mathbf{J}_{n+1} (j+1)[N] &:= \mathbf{J}_n j \end{aligned}$$

Instantiation preserves well formedness and lowers height by one:

$$\mathcal{W}_{n+1} M \wedge \mathcal{W} N \implies \mathcal{W}_n M[N]$$

Using abstraction we have a natural definition of β reduction:

$$\frac{\mathcal{W} M \quad \mathcal{W} N}{(\text{lam}_x(M) N)_0 \xrightarrow{\beta} (\text{lam}_x(M))[N]} \quad \frac{M \xrightarrow{\beta} M' \quad \mathcal{W} N}{(M N)_0 \xrightarrow{\beta} (M' N)_0} \quad \frac{\mathcal{W} M \quad N \xrightarrow{\beta} N'}{(M N)_0 \xrightarrow{\beta} (M N')_0} \quad \frac{M \xrightarrow{\beta} N}{\text{lam}_x(M) \xrightarrow{\beta} \text{lam}_x(N)}$$

Any preterm that participates in this relation is well-formed. This relation is correct β reduction w.r.t. the meaning of preterms given above, but still contains an invertible ξ rule. To define an equivalent relation with no ξ rule we need to define *generalized lifting*, $(M)^{i\uparrow}$:

$$(X_n y)^{i\uparrow} := X_{n+1} y \quad (J_n j)^{i\uparrow} := \begin{cases} J_{n+1} j & (j < i) \\ J_{n+1} (j+1) & (j \geq i) \end{cases} \quad ((M N)_n)^{i\uparrow} := ((M)^{i\uparrow} (N)^{i\uparrow})_{n+1}$$

which we iterate as $(M)^{i\uparrow 0} := M$ and $(M)^{i\uparrow m+1} := ((M)^{i\uparrow m})^{i\uparrow}$. As with instantiation, *generalized instantiation*, $(M)[N]^i$, leaves terms M of height 0 unchanged, and updates abstractions:

$$(X_{n+1} y)[M]^i := X_n y \quad (J_{n+1} i)[M]^i := (M)^{i\uparrow n-i} \quad ((P Q)_{n+1})[M]^i := ((P)[M]^i (Q)[M]^i)_n$$

$$(J_{n+1} j)[M]^i := \begin{cases} J_n j & (j < i) \\ J_n (j-1) & (j > i) \end{cases}$$

Claim the relation $\bullet > \bullet$ defined without a ξ rule:

$$\frac{\mathcal{W}_{n+1} A \quad \mathcal{W}_n N}{(A N)_n > (A)[N]^n} \quad \frac{M > M' \quad \mathcal{W}_n M \quad \mathcal{W}_n N}{(M N)_n > (M' N)_n} \quad \frac{N > N' \quad \mathcal{W}_n M \quad \mathcal{W}_n N}{(M N)_n > (M N')_n}$$

is equivalent to the relation $\bullet \xrightarrow{\beta} \bullet$ given above (and thus to the usual notion of β reduction).

Proof that $M > N \implies M \xrightarrow{\beta} N$ goes by induction on the relation $M > N$. Both congruence rule cases use invertibility of rule ξ for the relation $\bullet \xrightarrow{\beta} \bullet$. The converse direction is straightforward. \square

Here is Tait–Martin–Löf parallel reduction without a ξ rule.

$$\frac{}{X_n y \gg X_n y} \quad \frac{n \leq \text{hgt } M \quad M \gg M' \quad n \leq \text{hgt } N \quad N \gg N'}{(M N)_n \gg (M' N')_n} \quad \frac{j < n}{J_n j \gg J_n j}$$

$$\frac{n < \text{hgt } A \quad A \gg B \quad n \leq \text{hgt } M \quad M \gg N}{(A M)_n \gg (B)[N]^n}$$

This (nondeterministic) parallel reduction can be made into (deterministic) complete development by replacing the application congruence rule with

$$\frac{n = \text{hgt } M \quad M \gg M' \quad n \leq \text{hgt } N \quad N \gg N'}{(M N)_n \gg (M' N')_n}$$

which removes overlap with the β rule.

Unfortunately this approach doesn't seem to extend to $\beta\eta$ reduction, as rule ξ is not invertible in that case. On this point it is interesting to note that none of the reduction relations in this note can reduce the height of a term, but η reduction can do that.

Consciousness and The Ultimate Question

Andrew Polonsky

1 A reflection

While many of us know Henk Barendregt for his fundamental contributions in the field of mathematical logic, toward the end of his career Henk has chosen to focus his efforts on what may well be regarded to be the grand challenge for the coming century — and perhaps for all science — the mystery of the human mind.

Henk had a profound influence on me as a scientist, having taught me lambda calculus and type theory, as well as the stylistic syntactic methodology that is characteristic of the Dutch school of logic.

It may be curious, then, that at the start of my own career, the choices that led me to study logic have also been guided by philosophical motivations, specifically, those pertaining to the question of consciousness!

In the summer before my freshman year at Uconn, I read Hofstadter's "Gödel, Escher, Bach", and was inspired to see how mathematical ideas can give insight into these fundamental, "metaphysical" questions.

This original history has certainly colored my mathematical work as well. My very first result was solving a problem suggested by Henk, but originally due to Smullyan, about self-reflection in combinatory logic. During my PhD, I solved another problem, due to Henk, using the analogues of recursion theorem in lambda calculus (the so-called enumerators). And even my recent work on extensionality is in a similar spirit: it concerns developing type systems in which logical relations are internalized into the object language — a kind of reflection principle!

In this rumination, I'd like to reflect on these personal motivations, focusing on the more subconscious, pre-scientific issues. I expressly disclaim any pretense of scientificity, but invite the reader to consider what follows as a kind of poem, a dance of symbols, a *meditation* on the Ultimate Question.

2 A meditation

Let us begin with a question which, as most of us shall admit, holds residence snugly beyond the limits of scientific knowledge.

Why does universe exist?

Why is there something other than nothing?

Could it be that the qualities which make this question "unscientific" are related to the qualities that make the problem of consciousness problematic, as considered by many philosophers? (These have been variously called *qualia*, *intensionality*, or *subjectivity of experience*, and they have inspired certain arguments that object to the very possibility of a "satisfactory" scientific account of consciousness.)

And if such a relationship is indeed possible, might it yet run in the opposite direction as well?

In scientific research, a common first step in approaching a question of the form "Why is X true?" is to ask oneself, "Why do I believe that X is true?". (This is especially the case in pure mathematics!) Applying this methodology to the present problem leads to a substitution instance:

Why do we believe that the universe exists?

To this question, there is in fact a standard answer, famously enunciated by Descartes: *Cogito, ergo sum*. This proposition has a unique character of establishing metaphysical fact by readily reproducible empirical observation.

Remarkably, Descartes' powerful utterance strikes incredibly close to the heart of the meaning of consciousness: *a recognition, and assertion, of one's existence*.

A common intuition about consciousness is that it concerns the agent's awareness of the outside world, with the "awareness" containing not just raw sensory data, but including integrated representation of the agent within it — a construction of the agent's "I".

If our research methodology is to be of any guidance, then Descartes' assertion must give insight into the original question as well. So — how does *Cogito, ergo sum* fare as a candidate model of cosmogony?

At first sight, it does not fare well. The universe was not caused by a single individual, and to believe that all things are created in one's mind only works when one is a true psychopath. (Or a totalitarian dictator. Or both.)

But, upon a more liberal interpretation, we may yet see that there are parallels between the Answer and the Question which are difficult to dismiss. Let us then proceed to meditate deeper, until we find their intersection.

Firstly, note that Descartes' answer really consists of two steps:

1. Our mind observes that it exists, by asserting that it does.
2. We infer that the universe exists, because something does.

The fundamental assertion *Cogito, ergo sum* comprises the first step. The second step moves from the existence of one thing to the totality of all things, and it is this inference which prevents the *proof* from being sufficient as an *explanation of cause*.

If the argument could be modified to eliminate the second step, the explanatory gap would vanish. And to make this modification, it would suffice to extend the scope of Descartes' assertion — from being about one mind, to being about the whole universe.

We are thus led to consider the idea of a universal mind, or *universal consciousness*. While commonly adulterated with religious connotations, in its pure form, the concept makes recurrent appearance in the philosophical tradition, from *Nous* of Anaxagoras, to *Geist* of Hegel. It is also a central theme in the Buddhist tradition — yet another domain of Henk's many accomplishments.

If, as in the course of this meditation, we are able to admit the idea of the universe as some kind of mind, which is able to utter, or to dream — "I think. Therefore, I am." — then we may experience an eternal harmony, a complete alignment between the Answer and the Question.

For now, if we imagine ourselves to be the universe, there is no longer a want of explanation in *Cogito, ergo sum*. There is no room for it, even! For our very identity dictates that existence is not to have an external dependency. And, if our intuition is to be trusted, then the first reason we *believe* something to be true, should well be the *cause* of that thing becoming true!

We think. Therefore, we create.

This meditation will conclude with a curious piece of circumstantial evidence. It rests on structural similarity between the question and the answer.

3 Paradox and resolution

Let us consider again why the question of cosmogony is universally — and justifiably — denied scientific status.

It is a defining characteristic of science, that natural phenomena are to be explained by natural causes. The question "Why does the universe exist?" manifestly lands outside this box, because any answer "by natural causes" would require a context. By definition, this context must be part of the universe, and so cannot be its external cause.

The question therefore contains a vicious cycle, and of a very particular character: it asks to create a context out of nowhere.

What about the answer? It is certainly circular as well, some would say, even paradoxically so. How does it make sense to assign meaning to the words "I think", when the existence of the subject is yet in question? And how can the establishment of that precondition follow from an antecedent whose meaningfulness depends on it?

And yet, despite such glaring logical deformities, the sentence remains meaningful, even profound. Moreover, its very circularity follows precisely the pattern demanded by the question! At the time of utterance, the subject of the sentence is not yet determined to be in existence — but once the semantics is computed, it is an established fact.

The sentence *creates* meaning *simultaneously* with the context.

It may therefore be said that the answer does not run from the paradox, but embraces it. Perhaps, in doing so, it stays faithful to the question's transcendental nature, and transcends the limit of natural explanations.

As we see, there exist formal affinities between the problem of cosmogony and Descartes' immortal proposition. The two are united in the idea of a universal mind. (Coincidentally, Descartes is also responsible for the first precise treatment of the mind-body problem, AKA the consciousness problem.)

Perhaps, our physical world is but the subconscious of this mind.

At the same time, this universal consciousness remains a purely synthetic concept. There is no point in its construction that has any bearing on the identity of this consciousness with, for example, any of the religious dieties. For all we know, it could well lack most of the qualities which we come to expect conscious things to have. It must only retain one essential quality — the ability to recognize, and assert, its own existence.

By what we know, the universe has this quality. Through Science, the universe comes to know itself.



Het was in het begin van onze studietijd en we aten in de mensa. Dat is mijn eerste herinnering aan Henk. Er ontspoon zich een geanimeerd gesprek dat eindigde met het vouwen van kraanvogels van onze servetten.

Ons meest recente contact was de Vipassana retraite in Fara Sabina bij Rome, Henk als meditatieleraar en ik als yogi. Natuurlijk op een prachtige locatie met een heerlijk klimaat.

Tussen die twee momenten ligt een scala van gezamenlijke bezigheden en interesses. De interesses van

Henk zijn breed en hij weet dan ook veel smakelijke weetjes te melden van restaurants waar ze bloemengerechten serveren tot het seksleven van een of andere diersoort.



Henk heeft een vrije onderzoekende geest die hem er toe bracht bv hypnose uit te proberen, ook ik was “slachtoffer” en moest na mijn posthypnotische opdracht een kopje thee te zetten, dat ondanks mijzelf toch uitvoeren.



Het leuke van Henk vind ik dat veel obstakels als een interessant (studie)object worden gezien en hij het werken of de klusjes die gedaan moeten worden zo prettig mogelijk weet uit te voeren bv een werkweek in Cogné (Italië) met een stel fantastisch kokende vrouwelijke collega's.

Een eenvoudige vraag

Een herinnering aan Henk die ik nogal koester, is als volgt. Ergens halverwege de jaren '80 trad een beroemde topoloog van een gereformeerde universiteit op in een colloquium te Utrecht. In zijn eerste of tweede definitie kwam het begrip *tweede aftelbaar* voor, en Henk vroeg hem of hij even wilde recapituleren wat dat was. Dit leek de spreker te verbazen, 'op de VU', zei hij, 'weet elke tweedejaarsstudent dat.' Ongetwijfeld echter waren er meer die dit axioma even niet paraat hadden: ze boften dat ze nu niet alleen de schijn op konden houden dat ze schrandere lieden waren met een geheugen als een ijzeren pot, en alle tentamens waar ze ooit voor geslaagd waren zó weer zouden halen, maar ook nog wat opstaken van de voordracht. 'Reputatie, daar gaat het om,' zo zei een instituutsdirecteur mij nog onlangs, 'verwerven gaat langzaam, kwijtraken kan heel snel.' — Over het algemeen zijn wiskundigen meer gericht op behoud dan verwerving. Maar onvermijdelijk is het soms, met een variatie op een dictum van Lincoln, *beter te vragen en dom te lijken dan te zwijgen en het te zijn*.

Om het niet bij het verleden te laten, en omdat bij een werk op zo korte termijn de witruimte van pas komt, besluit ik met een stukje poëzie. Ik heb getwijfeld of je het een meditatie kunt noemen; ik neig ertoe te denken dat dat kan.

Achter donkerend lover
licht de hemel hel,
meeuwen wieken over,
koperglanzend, en roepen de dag vaarwel;
alsof de wereld zich bezint,
en klare rust daalt neer in reine lucht;
dan donkert het, de wind
steekt op en wist het denkbeeld in een zucht.

Henk
or
“how to enjoy λ -calculus”

I knew Henk at the beginning of the '70th of the past century, when he came to Torino for visiting Corrado Böhm and his group, to which I belonged. Henk was already well known to people working in λ -calculus, and, in the lack of web sites with photos and personal information, I was prepared to meet a serious and quite aged person, may be with a long white beard. So I had a big surprise in meeting him. The surprise arose not only out of his age, but in particular out of his attitude in speaking about research, in particular λ -calculus. In a very evident way he was enjoying a lot talking about λ -calculus, dealing with combinators like with old friends, inventing tales and riddles about them. At that period the λ -calculus community was quite small, so in the following years we met frequently. And always he was presenting new and interesting results about λ -calculus, and in the same time his presence was nice and he was enlivening people: I remember him dancing at the “Ecole de printemps” in La Chatre (1978), playing piano in the λ -calculus conference in Swansea (1979), climbing up the mountains in the Mariangiola Dezani resort in Cogne, when he was proof checking his famous book “The lambda Calculus. Its syntax and Semantics” (1980). When the λ -calculus community become bigger, and distributed in different research fields, we met less regularly, but always with big friendship. For me, Henk has been the living proof that it is possible to put together serious work and gaiety, scientific accuracy and lightness.
Thank you, Henk!

Simona Ronchi Della Rocca

Een aankondiging voor recursieve types

by
Rick Statman

This note is sort of an advertisement for a longer paper [5] to appear elsewhere. There we introduce a generalization of the Levy label technique [1] which applies easily to lambda calculus with beta-eta conversion and lambda calculus with surjective pairing a' la PSP [4]. Our technique is based on the algebraic approach to recursive types first described by Dana Scott [3]. This approach is, literally speaking, not a true generalization of Levy labels, but rather Levy labels are an abstraction of the recursive types approach when the latter is applied to the case of lambda calculus with beta conversion. Here we consider only the set of all applicative combinations of proper combinators P with reduction rules

$$P \ x_1 \dots x_n \hookrightarrow X$$

such that X has a simple type. These include S and K but not Smullyan's Mockingbird M where

$$Mx \hookrightarrow xx.$$

However, of course, among the combinations is $S(SKK)(SKK)$.

Simple types A, B, C, \dots are built up from atoms p_i by \rightarrow .

Let R be a simultaneous recursion, as in 7.3.10 of [2].

$$R = \{p_i = P_i(p_1, \dots, p_e) \mid i = 1, \dots, e\}.$$

There is a corresponding reduction relation:

$$P_i(p_1, \dots, p_e) \text{ Red. } p_i \quad i = 1, \dots, e$$

We make several assumptions about R which can always be arranged:

- (i) (non-triviality) each P_i contains \rightarrow
- (ii) (Knuth-Gross) for distinct i, j ,

$$P_i \text{ is not a subtype of } P_j.$$

There may be type atoms p_j which do not appear in R . These are treated as simple types and will be mostly ignored below. We write $B = A+$ and $A = B-$ if $A \text{ Red. } B$. If $B = A+$ then i is uniquely determined. We write $*$ for $+$ or $-$ ambiguously.

A type path is a sequence of types A_1, \dots, A_n such that $A_i+ = A_{i+1}$ of $A_i- = A_{i+1}$. We denote type paths by r, s, t, \dots . A recursive typing of a term Z is an assignment of type paths to subterms of Z , where we write

$$Y : A_1, \dots, A_n$$

if Y has been assigned the type path A_1, \dots, A_n , satisfying the following conditions

- (1) for subterms (UV) ;
 $U : r, A \rightarrow B$ and $V : s, A$ and $(UV) : B, t$

- (2) for each proper combinator P with most general simple type A , and each occurrence of P ; $P : A', r$ where A' is an instance of A .

These typings are to be understood as “Church” typings as this notion is discussed in 1.1 of [2]. We shall use the usual superscript notation when useful.

We now define the notion of type reduction \succrightarrow

- (1) clockwise rotation of an application:

$$(*) (U^r, A \rightarrow B, A^* \rightarrow B V^{s, A^*})^{B, t} \succrightarrow (U^r, A \rightarrow B V^{s, A^*}, A)^{B, t}$$

- (2) right shift of an application:

$$(*) (U^r, A \rightarrow B, A \rightarrow B^* V^{s, A})^{B^*, t} \succrightarrow (U^r, A \rightarrow B V^{s, A})^{B, B^*, t}$$

To this we add the typed version of weak beta reduction \rhd if we suppose that $A = A_1 \rightarrow (\dots (A_n \rightarrow B) \dots)$ then for any substitution instance A' of A .

- (3) typed weak beta

$$((\dots (P^{A'} (U_1^{r_1, A'_1}))^{A'_2 \rightarrow (\dots (A'_n \rightarrow B') \dots)} \dots)^{A'_n \rightarrow B'} (U_n^{r_n, A'_n}))^{B', s} \rhd [U_1^{r_1, A'_1} / x_1^{A'_1}, \dots, U_n^{r_n, A'_n} / x_n^{A'_n}] X^{B, s}$$

where $[\dots, U/x, \dots]$ is the usual substitution prefix.

Every untyped term has a typing in our system. Indeed, entire finite reduction trees can be typed; this is similar to case of Levy labels.

Proposition 1. (*completeness of typing terms*) *Every term has a typing.*

Proposition 2. (*completeness of typing reductions*) *If we have a finite reduction tree T of an untyped term U then there typing of all the terms in the tree such that if $Y = Y^r \hookrightarrow Z = Z^s$ then there exists a typing $Y = Y^{r'}$, $Z = Z^{s'}$ such that*

$$Y^r \succrightarrow Y^{r'} \rhd Z^{s'} \succrightarrow Z^s.$$

Let \rhd be the reduction relation generated by \succrightarrow and \rhd . Again similar to the case of Levy labels and complete developments:

Proposition 3. *Every sequence of \succrightarrow reductions of a given typed term terminates.*

Theorem 1. (*strong normalization*) *Every sequence of \rhd reductions of a given typed term terminates.*

Proof. Any of the usual proofs for simple types adapts to this case.

Proposition 4. (*weak diamond*) *If $U^r \hookleftarrow (Z^s) \rightarrow V^t$ then there exists $W^{s'}$ such that $U^r \rhd W^{s'} \hookleftarrow (V^t)$.*

From the previous propositions and the theorem we can derive the Church-Rosser property and standardization in the customary way.

References

- [1] Barendregt, H., “The Lambda Calculus”, North Holland (1981).
- [2] Barendregt, H., Dekkers, W., and Statman, R., “Lambda Calculus with Types”, Cambridge University Press (2013).
- [3] Scott, D., Some philosophical issues concerning theories of combinators in Lambda Calculus and Computer Science Theory, Corrado Bohm (ed.), Springer, *LNCS* **37**, pp. 346-366 (1975).
- [4] Statman, R., Surjective pairing revisited, Klop, van Oostrom, and van Raamsdonk (eds.), *Liber Amicorum for Roel deVrijer*, University of Amsterdam (2009).
- [5] Statman, R., Levy labels and recursive types, in preparation.

THE LÖWENHEIM NUMBER OF PROBABILITY LOGIC

SEBASTIAAN A. TERWIJN

ε -Logic is a probabilistic logic that was introduced in [2]. It has the classical existential quantifier, but the universal quantifier is interpreted probabilistically, using an error parameter $\varepsilon \in [0, 1)$. The motivation for this logic is based in part on Valiant’s model of pac-learning, which is one of the cornerstones of theoretical computer science, but the theory of ε -logic can be studied independently of the connection with learning theory.¹

The models of ε -logic are classical first-order models \mathcal{M} with a probability distribution \mathcal{D} . The basic relation is $(\mathcal{M}, \mathcal{D}) \models_\varepsilon \varphi$, which expresses that the first-order sentence φ holds in the model $(\mathcal{M}, \mathcal{D})$ up to an error ε . This is defined much like classical truth, except that the universal quantifiers $\forall x$ are interpreted as “for all $x \in \mathcal{M}$, except for a set of measure at most ε ”.

It turns out that under this probabilistic interpretation any first-order sentence can be learned by taking atomic samples from the model.

As an example, consider the sentence $\varphi = \forall x \forall y (R(x, y) \wedge \neg R(y, x))$. This sentence is $\frac{1}{3}$ -satisfiable, e.g. by the model on the unit square depicted in Figure 1. On the other hand, one can show that φ is

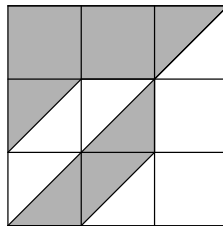


FIGURE 1. A model for φ on $[0, 1]^2$

not $\frac{1}{3}$ -satisfiable with any finite, or even countable, model. Thus we

Date: August 21, 2015.

¹Valiant also introduced a logic based on pac-learning, that is however quite different from ε -logic, which is closer related to a logic with probability quantifiers that was introduced by Keisler. See [1] for a more detailed discussion.

see that the classical downward Löwenheim-Skolem theorem does not hold: There exist ε -satisfiable sentences without a countable model.²

The following result shows that we can always get down to models of size the continuum:

Theorem. (Downward Löwenheim-Skolem theorem for ε -logic [1]) *Let Γ be an ε -satisfiable set of sentences, in a countable first-order language not containing equality or function symbols. Then there exists an ε -model on $[0, 1]$ with the Lebesgue measure which ε -satisfies Γ . Furthermore, all relations in the new ε -model can be chosen to be Borel.*

Note that the theorem cannot hold for languages with equality, since with equality one can define atoms, whereas the Lebesgue measure does not have atoms. For languages with equality a modified version of the theorem holds.

Is the above theorem optimal, or can we always get models that are of a size smaller than the continuum? For every ε , let λ_ε be the Löwenheim number of ε -logic, i.e. the smallest cardinal λ such that every ε -satisfiable sentence has an ε -model of cardinality at most λ . Then for rational $\varepsilon \in [0, 1]$ we have:

- (i) $\aleph_1 \leq \lambda_\varepsilon \leq 2^{\aleph_0}$ (as follows from the discussion above),
- (ii) If Martin's axiom MA holds then $\lambda_\varepsilon = 2^{\aleph_0}$ (cf. [1]).

Since MA is consistent with $2^{\aleph_0} > \aleph_1$ it follows that statements such as $\lambda_\varepsilon = \aleph_1$ are independent of the standard set-theoretic framework of ZFC. However, this does not exclude the possibility that $\lambda_\varepsilon = 2^{\aleph_0}$ could be provable within ZFC. So we ask:

Question. *Is there a model of ZFC in which $\lambda_\varepsilon < 2^{\aleph_0}$? For example, is there a model where $\lambda_\varepsilon = \aleph_1 < 2^{\aleph_0}$?*

REFERENCES

- [1] R. Kuyper and S. A. Terwijn, *Model theory of measure spaces and probability logic*, Review of Symbolic Logic 6(3) (2013) 367–393.
- [2] S. A. Terwijn, *Probabilistic logic and induction*, Journal of Logic and Computation 15(4) (2005) 507–515.

(Sebastiaan A. Terwijn) RADBOUD UNIVERSITY NIJMEGEN, DEPARTMENT OF MATHEMATICS P.O. BOX 9010, 6500 GL NIJMEGEN, THE NETHERLANDS.

E-mail address: `terwijn@math.ru.nl`

²By approximating the model of Figure 1 one can obtain finite ε -models of φ for any $\varepsilon > \frac{1}{3}$. This might suggest that ε -satisfiability is a limit case of ε' -satisfiability for $\varepsilon' \rightarrow \varepsilon$. However, Kuyper showed that in general this is not the case.



Paukenslag, aangeslagen toets & sonore tonen...

Het moet ergens in 1988 zijn geweest dat ik Henk voor het eerst hoorde spreken. Dat was bij het afscheid van Wim van der Poel aan de TU Delft, waar ik nog steeds werkzaam ben. Henk hield daar een voordacht waarin hij met *combinatoren* goochelde, dit als eerbewijs aan Wim, een man die in Delft bekend staat om zijn passie voor puzzels en goochelen. Wat mij in Henk trof was zijn enthousiasme en de kennelijk diepe kennis over en grote beheersing van de materie. Mijn eigen interesse was toen recentelijk gewekt in Per Martin-Löf's *Theory of Types*. Hierin sprak mij de abstracte schoonheid van het fundamentele aan, iets dat me al vanaf het begin van mijn studie wiskunde trok en mij naar logica heeft geleid.

Enige tijd later werd mij gewezen op het bestaan van het *Lambda-Intercity-Colloquium*, dat meestal in Utrecht werd gehouden (mede) onder leiding van Henk. Vanaf mijn eerste bezoek voelde ik me daar thuis en ontmoette er veel leuke mensen. Daarbij leerde ik veel over *Lambda-calculus* en *Type Theory*. Wat mij erg boeide was de correspondentie tussen bewijzen en programma's of, zo je wilt, lambda-termen. Hoogtepunten voor mij in die tijd waren de lunches met onder andere Jan Kuper en de nazit waar Henk meestal thee met gebak bestelde. Henk wist de aanwezigen altijd te vermaken met de vrolijke avonturen die hij tijdens conferenties of ander verblijf in het buitenland meemaakte.

Vooraf intrigerend vond ik de zeer persoonlijke ervaringen tijdens zijn boeddhistische trainingen, waarover Henk regelmatig vertelde. Ik vroeg hem in die tijd hoe hij aankeek tegen de verhouding tussen de inspanning die het kost om jezelf als boeddhist te trainen en datgene wat het je oplevert. Hij vertelde me dat je gemoed door beoefening van boeddhisme minder toppen en dalen kent en dus meer in evenwicht is. Wat mij opviel was zijn gebruik van metaforen uit de informatica: de persoonlijke transformatie zou je kunnen vergelijken met het herprogrammeren van je eigen OS terwijl het in werking is.

In Delft was ik echter de enige die zich met de boeiende maar complexe materie van de *getypeerde lambda-calculus* bezig hield en koos bij gebrek aan een lokaal klankbord uiteindelijk een ander onderwerp voor mijn promotieonderzoek, namelijk de *Abstract State Machines* van Yuri Gurevich. Mijn onderzoek had tot doel de tot dan toe tamelijk informeel geformuleerde theorie een logisch fundament te geven, dus inclusief onderliggende logica, syntaxis en (operationele) semantiek. Een deel van de kennis die ik had opgedaan tijdens het Lambda-Intercity-Colloquium kwam van pas, vooral de "logische zienswijze".

Toen mijn proefschrift vrijwel voltooid was, vond mijn promotor Chris van Westrhenen het tijd een promotiecommissie aan te zoeken. Daarbij mocht ik een aantal namen voorstellen. Het leek mij een mooi idee als Henk gevraagd werd als, wat mij betreft, prominent lid van de commissie. En hij stemde toe, wat ik zeer waardeerde. Het was gebruikelijk de commissieleden voorafgaand aan de verdediging op te zoeken. In de tijd van het Intercity-Colloquium was ik weliswaar eerder bij Henk thuis geweest, maar deze keer was het bezoek heel speciaal. Henk vroeg mij mijn project uit te leggen waarbij hij uiteraard heel scherpzinnige, fundamentele vragen stelde. Het werd een mooi gesprek.

Na mijn “uitleg” werd het nog gezelliger, want toen Lidia thuiskwam vroeg zij of ik bleef eten. Er werd toen een heerlijke groentetaart op tafel gezet die we ons goed lieten smaken. Zelf had ik handgemaakte kersenbonbons meegenomen, want ik had tijdens de colloquia Henk’s liefde voor zoete zaken leren kennen. Het gesprek ging vervolgens over muziek en musiceren, een andere passie van Henk, maar in het bijzonder ook van Lidia. Midden op de avond bracht Henk mij naar het station in Nijmegen en kon ik op tijd de trein terug naar Delft nemen waar ik toen woonde.

De dag van mijn promotie was een bijzondere dag, bijzonder voor mij welteverstaan. De dag verliep weliswaar zoals dergelijke dagen behoren te verlopen, namelijk de promovendus wordt gepromoveerd tot doctor, maar voor de promovendus in kwestie was deze toch behoorlijk spannend. Welke vragen zouden er worden gesteld? De vraag van Henk bleek een behoorlijk fundamentele te zijn en betrof de onderliggende concepten. Ik had de indruk dat ik deze goed kon beantwoorden, maar dat is aan Henk om in retrospectief te beoordelen. Ik zal niet op de details ingaan want dat is allemaal te lang geleden en te pijnlijk voor mijn hersenen om te reconstrueren.

Het promotiefeest was in mijn beleving een prachtige afsluiting van de dag. Henk en ik gingen eerst aan het eind van de middag Lidia ophalen van het station. Wat ik niet wist, was dat zij die avond de show zou gaan stelen door de *Drie Landelijke Miniaturen* van Bernard van den Sigtenhorst Meyer voor mij te spelen, uiteraard op hobo. Dat zorgde voor een gouden randje aan mijn feest. Overigens is dit muziekstuk ook geschreven om op fluit uit te voeren, hetgeen ik vele, vele jaren geleden deed tijdens het huwelijk van mijn zus.

Sinds die tijd is er een *subtiele onderhuidse muzikale band* tussen Henk en Lidia en mij ontstaan. Ik ben niet in staat de betekenis van deze woorden precies te duiden, maar ik denk dat Lidia en Henk mij begrijpen. Immers, toen ik 50 jaar werd, hebben zij als duo voor mij gespeeld, piano en hobo. Het klonk prachtig en de aanwezige vrienden en familieleden waren er stil van. Muziek is de mooiste taal die er is, want zij werkt in op onze diepere lagen. Daarnaast heeft zij geen formele semantiek. Zij verwijst hooguit naar andere muziek. Hier is mijn persoonlijke verwijzing voor Henk: **bit.ly/music4henkb**.

Hans Tonino

Simulation?

Josef Urban

I have planned to write down here and develop my bets about AI gradually taking over mathematics and general reasoning.¹ But that is too serious – or serious enough to bet money – and this book is a rare opportunity to write less seriously. And despite Henk’s scientific stature, somehow I mostly remember bothering him with occasional “crazier” questions in Nijmegen. Typically I could show off in them my ignorance of topics like buddhism. Not sure about Henk, but I often enjoyed these crazier topics.

So this is written to show off my ignorance of the rather large philosophical topic that developed from Nick Bostrom’s “Simulation Argument”.² I came across it while in Nijmegen, and a couple of times have discussed it with other people from the department. It is the most plausible argument for the existence of “God” that I have come across so far.³ The basic Bostrom’s argument is that:⁴

... we should accept as true at least one of the following three propositions:

1. The chances that a species at our current level of development can avoid going extinct before becoming technologically mature is negligibly small
2. Almost no technologically mature civilisations are interested in running computer simulations of minds like ours
3. You are almost certainly in a simulation.

His intuition behind it is as follows: *“Suppose that proposition (1) is false. Then a significant fraction of all species at our level of development eventually becomes technologically mature. Suppose, further, that (2) is false, too. Then some significant fraction of these species that have become technologically mature will use some portion of their computational resources to run computer simulations of minds like ours. But, as we saw earlier, the number of simulated minds that any such technologically mature civilisation could run is astronomically huge.”*

One interesting property of the argument is how blatantly computer-dependent it is – quite unlike other arguments for the existence of God. It would probably be hard to get any support for the idea thousand years ago, when we did not have the experience of the past decades with increasingly faithful computer games and simulations, sci-fi and cyberpunk stories, Matrix, etc. One non-computer analogy could be Borges’ short story “The Circular Ruins”,⁵ in which a dreamer after a lot of effort dreams up a perfectly simulated man, whose simulated reality can only be detected by not being burnt by fire. The story ends by the dreamer finding out that he himself is not burnt by fire. Perhaps various “dream-worlds” or “dream-planes” (of humans, spirits or Gods) are present in various shamanisms, mysticisms and religions. So simulation is more natural in some cultures and not computer-dependent. But I still find today’s real-silicon supercomputers – with their simulation power – much more convincing about the possibility of simulating worlds than just the abstract idea of an “advanced dreaming deity”. The latter is just faith (at least for me), the former is something that we build and increasingly rely on recently, and responsible for things that would be considered supernatural not so long ago.

One question for Henk would be whether the idea of simulated world has to do something with the buddhist views of consciousness and concepts like enlightenment and its opposites. Would “enlightened beings” see through the (recursive) simulation(s)? What would they do? Could some of the buddhist

¹The initial bets from 2014 are at slide 34 of <http://mws.cs.ru.nl/~urban/ihp14/ihp14.html> - go ahead and bet me!

²<http://www.simulation-argument.com/>

³So your catholic university in the end had some success with me!

⁴<http://www.simulation-argument.com/matrix.html>

⁵Perhaps also Philip K. Dick’s Ubik?

exercises and the achievements of trained monks be considered as a (partial) success in “stepping out of” or at least “seeing clearly” the simulation(s)? If there is a part of us that can detach itself from the pain, suffering, emotions, endless self-chatting and sensory inputs, isn’t that part also outside the simulation(s)? Has anybody asked Dalailama about this? That also makes me wonder about the idea of our overlapping existence in the “real world” and in different levels of simulation. Perhaps it has some practical use or justification, like when we assume and control an avatar in a good game, forget for some time who we are, and learn some strange skills in the simulated reality? Or are we just doing some slavish computation for our simulating masters, like the Earth in Hitchhiker’s Guide?

Perhaps this is getting too close to the Matrix-like cyberpunk/pseudo-buddhism mumbo-jumbo with its “enlightened One”, and the future-predicting “Oracle”. On the other hand, the concept of “time” also gets quite interesting. What happens with time travel and passing information from the future if we live in a simulation? I would guess that passing information from a future simulated state to a past simulated state is easy for the simulator. If the simulator chooses to allow that, it will likely lead to the butterfly effect and a change of the simulated future. But this is no contradiction: the old future and the new future (enriched by the new information) are still perfectly valid histories that happened in differently parametrized simulations. It looks a bit like parallel universes that can exchange information in various ways and influence each other. You will meet your great-great grandson from the future – he will be an oracle planted by a curious simulator into your life or dreams. Based on his advice, you will not marry and he will not be born in the simulation where he got planted. Somebody should try some formalization in Kripke semantics. Again, I am not sure where are the buddhists and the “pure consciousness” here.

Can we infer anything from the apparent lack of time travellers in our reality? We can speculate. We could just be a simulation where time travel is not exercised. Perhaps only some occasional information about future is allowed to leak as hunches, predictions and “sixth sense”. Or since time travel seems easy and interesting inside a simulation, we could argue that its lack is an evidence that we are not simulated. Would you implement that feature in your multi-world/time simulation(s)? I would probably experiment with it quite often. Perhaps unless the underlying “real world/multiverse” really does not support time travel. In that case, under the (strong) assumption that most simulations are run for utilitarian reasons (getting better predictions about the “real” reality), one could also argue that most simulations would not have time travel because such simulations are too dissimilar to the “real world” and thus not useful. This looks like a generic argument: if simulation is mostly utilitarian (e.g. because it is expensive), then even if we are simulated, we are still quite similar to the “real world”.

One more interesting option in the 2x2 matrix of time-travel vs simulation is that we are not simulated, but time travel exists. This is quite interesting: time travel seems to have some “weird” logical properties that are slightly analogous to simulation. For example, from the fact that simulation seems possible, the Simulation Argument derives that most worlds are in fact a simulation. While from the fact that time travel is not observed, we usually derive that it is most likely impossible. In the first case, from the mere potential possibility of something we argue that it is most likely so (at least in most worlds). In the second case, we boldly derive absolute impossibility of something anywhere in the future, because of its (perceived) current non-presence. It is also interesting that we could say almost the same about space travel, inter-stellar communications, and advanced aliens visiting us. Quite a few topics whose mutual consistency and likelihood could be formally explored. For example, one could argue based on our modern space-travel aspirations (similar to our simulating aspirations) that the lack of space-travelling aliens contacting us long ago is so unlikely that they are either hiding, or we are a simulation. One more option (assuming non-simulation) is Heinlein-style time police: Time travel does exist, but it is forbidden and the perpetrations are constantly fixed by the time corps.

The initial caveat applies: I am likely showing my ignorance and great amount of these ad-hoc musings are subsumed, developed or disproved by people who are up-to-speed with this topic. If you are interested, you should do your googling. I don’t really know what to think about this all. Perhaps one observation is that as our knowledge expands, our imagination expands too and what seemed crazy seems less crazy or even utterly feasible. Feedback between better understanding of “reality” and tools (like computers) that we can build based on that. Can we build any interesting tools if we accept the simulation hypothesis?

My copy of Barendregt's book

Paweł Urzyczyn
Institute of Informatics
University of Warsaw

September 2015

As many of us, I have the yellow book of Henk, published by North-Holland, on the shelf in my office. But the book I learned lambda-calculus from is not yellow. The color is something between dark blue and dark green, perhaps it may be called “celadon” or “aquamarine”. The paper is a bit yellowish, with some pencil notes on the margins, becoming more brown towards the end where I have spilled some tea, apparently being under the striking impression of the appendix about types.

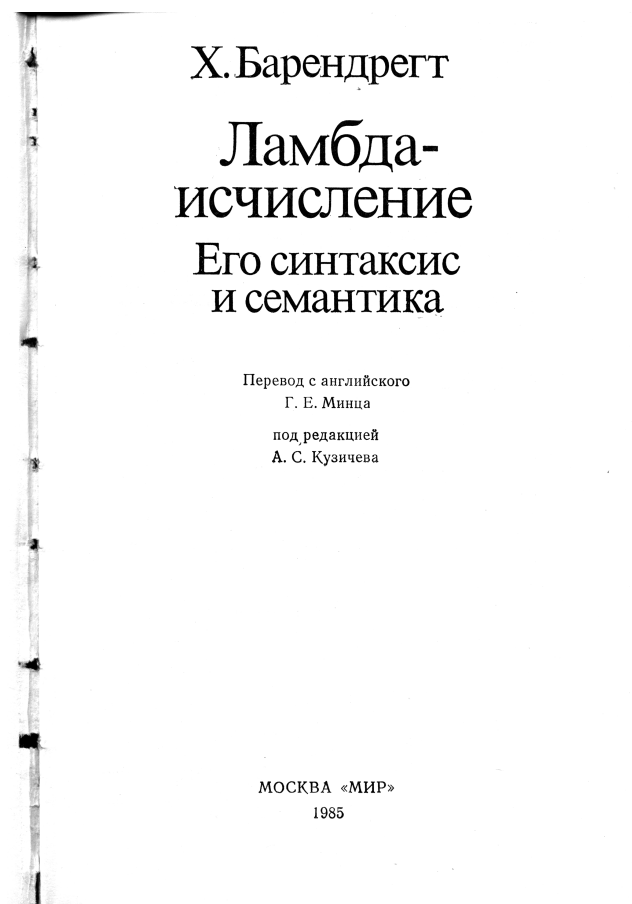
The book has been published in Moscow by the Soviet publishing house “Мир” in 1985, and the author is a certain X.Бarendрегт. The price on the back cover reads “3p.70к.” but I bought it in Warsaw, in the big bookstore downstairs in the Palace of Culture and Science, for 222 Polish złotys. That was not as much as it may seem: the average monthly salary in Poland at that time was over 20 thousand złotys. Actually, many Polish academic books were more expensive than the Russian translations of various foreign titles in computer science and mathematics.¹ The North-Holland original of Barendregt's book was essentially inaccessible in Poland at that time, and if it were, I would not be able to afford it anyway. Everything from the West was expensive.

The book was translated by the late Grigori E. Mints, the great Russian (then American) logician. Needless to say, the translation is excellent and it was a pleasure to study the book. The Russian edition was officially a translation from the first English edition of 1981, but in fact it is more like

¹ *The Handbook of Mathematical Logic*, including Henk's article which preceded the book, was also published in Russian.

the second English edition of 1984: the author made the improved version available to the translator. He also wrote a preface dated Апрель 1983 г.

So I was lucky to buy the book in 1986 or so, and later I was lucky to meet the author himself. Both of them influenced me a lot. Thanks, Henk!



PS. The yellow book is in the office, but I keep the other one at home and I use it very often.

Liber Amicorum Henk Barendregt.

Dear Henk,

It is a pleasure to contribute to your 'Liber amicorum', since we share a common history of about 20 years.

Early in the year 1995, I got a message from the secretary of our Dept. of Anatomy that an interested scientist wanted to 'discuss the human brain'. This scientist turned out to be Henk Barendregt. He was as a scientist at that time already well known because of his work on 'lambda calculus'. But in addition to his impressive mathematical contributions, Henk turned out to be seriously interested in the human brain, especially in the effects of meditation and mindfulness. His personal experience was that a chaotic phase generally precedes the 'well-tempered' or even 'euphoric' phases in later stages of a meditation-session. Henk suggested that a general mechanism must be involved in this characteristic succession of 'brain-states' and raised the question in how far the 'cerebrospinal fluid' (CSF) could be involved, as a mechanism to transport neuropeptides, released in specific parts of the brain, to become effective in other 'downstream' brain areas by 'going with the flow' of the CSF. The questions of Henk were far from naïve, because he had studied extensively some neuroanatomy books of the human brain^{1,2} and the most impressive neuroscience book at that time³.

From my side, I got immediately interested in these questions because of my ethological experiments with behavioral changes induced by intracranial brain stimulation of the hypothalamus, in the male rat (Thesis 1975). In addition, many discussions with the head of our Dept of Anatomy, prof. Ruud Nieuwenhuys as well as the cooperation with (now prof) Pieter Buma, had preprogrammed me for the idea that 'non-synaptic communication' of neuropeptides, released in numerous areas in the brain² could have behavioral effects over a considerable period of time, long enough to induce changes in behavioral states^{4,5}. The idea that the CSF could play a role in these changes was familiar after the studies of Pieter Buma, who showed that 'non-synaptic communication', later known as 'volume transmission'⁶, occurred frequently in the structures of the brain immediately surrounding the ventricular system, containing the CSF^{7,8}. In 1995, the idea that neuroactive substances were released by 'volume transmission' was rather generally accepted but the question about a tentative role for the CSF as a 'messenger' to transport neuropeptidergic messages over long distances to a wide variety of 'downstream' brain areas, had hardly been addressed.

After an extensive series of discussions and after guiding some students in their search for relevant data, our factual cooperation started in 2007 with the intention to write some reviews together. We decided to focus first on the neuropeptide 'oxytocin' (OT), because of its behavioral effects as well as its origin, from hypothalamic neurons in the paraventricular nucleus, bordering the rostro-dorsal wall of the third ventricle. In our first paper, we explored some characteristics of the ventricular system, the walls lining it and the production, contents and destination of the CSF. We concluded that generally the possibility that the CSF serves a 'messaging-function' is supported by numerous data from a large variety of experiments⁹. In our second review, we focused on OT itself, collecting from the literature all available data supporting the possibility that hypothalamic OT is released in the CSF of the 3rd ventricle, to 'go-with-the-flow' with 'OT-messages' to be delivered downstream

towards a series of hypothalamic and brainstem regions and even, after leaving the ventricular system to enter the subarachnoid space surrounding the brain, towards cortical and olfactory areas leading to a range of behavioral effects¹⁰.

After exploring OT, we decided to study β -endorphin (β -End) as a neuropeptide involved in many different kinds of behavior, by some authors summarized as 'anti-stress', 'pain reducing' and 'improving well-being'. After presentation of the available data about the origin of β -End (in and around the arcuate hypothalamic nucleus), the distribution of the β -End fibers (preferentially surrounding the ventricular system) and some specific experiments manipulating the ' β -End-system', we concluded that the hypothesis that β -End released in the CSF of the 3rd ventricle or elsewhere in the ventricular system to influence distant brain areas, needs to be taken seriously and deserves further attention¹¹. In our final review, a wide variety of behavioral effects of β -End were presented, ranging from 'stress-reduction', 'pain-suppression' and meditation to effects on 'food intake' and sexual behavior. In addition, two 'models' were presented to describe behavioral changes as transitions in 'behavioral states' and as a 'behavioral funnel'. Behavioral sequences show a succession of 'open phases', with a broad choice of succeeding behavioral possibilities, and 'narrow phases' without other possibilities than choosing the more or less fixed succeeding behavioral elements, temporarily excluding choices for other behavioral states¹².

Throughout our years of cooperation, Henk asked many 'unusual' questions, resulting in additional explanations for matters tending 'to be taken for granted' by neuroscientists, and in this role he contributed considerably to the content of our discussions as well as to the conclusions of each of our papers. Thinking about Henk's neuroscientific contributions and our cooperation, I am looking gratefully back to the fruitful years since 1995, and wish him 'all the best' for his plans in the coming years. With all regards, Jan G. Veening.

- 1: Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen Chr. **The human central nervous system**. 3rd revised Ed, 1988. Springer Verlag, Berlin.
- 2: Nieuwenhuys R. **Chemoarchitecture of the brain**. 1985. Springer Verlag, Berlin.
- 3: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. **Principles of neural science**. 3rd Ed, 1991, McGraw-Hill, New York.
- 4: Nieuwenhuys R, Veening JG, van Domburg P: **Core and paracores; some new chemoarchitectural entities in the mammalian neuraxis**. *Acta morphol. Neerl.-Scand*. 1988, **26**:131-163.
- 5: Veening JG: **Brain and behaviour: morphological and functional aspects of the hypothalamus in the rat**. *European journal of morphology* 1992, **30**:53-66.
- 6: Agnati LF, Bjelke B, Fuxe K: **Volume versus wiring transmission in the brain: a new theoretical frame for neuropsychopharmacology**. *Med Res Rev* 1995, **15**:33-45.
- 7: Buma P: **Synaptic and nonsynaptic release of neuromediators in the central nervous system**. *Acta Morphol Neerl Scand* 1988, **26**:81-113.
- 8: Buma P, Nieuwenhuys R: **Ultrastructural characterization of exocytotic release sites in different layers of the median eminence of the rat**. *Cell Tissue Res* 1988, **252**:107-114.
- 9: Veening JG, Barendregt HP: **The regulation of brain states by neuroactive substances distributed via the cerebrospinal fluid; a review**. *Cerebrospinal fluid research* 2010, **7**:1.
- 10: Veening JG, de Jong T, Barendregt HP: **Oxytocin-messages via the cerebrospinal fluid: behavioral effects; a review**. *Physiology & behavior* 2010, **101**:193-210.
- 11: Veening JG, Gerrits PO, Barendregt HP: **Volume transmission of beta-endorphin via the cerebrospinal fluid; a review**. *Fluids Barriers CNS* 2012, **9**:16.
- 12: Veening JG, Barendregt HP: **The effects of beta-endorphin: state change modification**. *Fluids Barriers CNS* 2015, **12**:3.

A CRYSTALLINE ESSENCE

ALBERT VISSER

1. THE SELF

Of course, there is a self. How could there not be? I am an actor. I am responsible for what I do. My life is *my* life. My story is *my* story. How could anybody ever deny this? To deny is to be a denier, someone who speaks and, hence, acts, and, thus, exists as a person.

There is no self. How could there be? All there is are the physical processes. There is the body, there is the brain. How could there be more? Strictly speaking there is also no body and no brain. They are just our (??) conceptualizations. There is just the underlying quantum field.

Les extrêmes se touchent. Buddhism, a most spiritual religion, is close to physicalism, the belief that there is just the underlying physical reality. If there is no self, there is no suffering. It is an illusion. If there is no self, the fear of death loses its object. If there is no being, then *ipso facto* no transition from being to non-being.



2. MAN WITH A FEW EIGENSCHAFTEN

Henk is looking in the brain to study meditation. To the objection that one will never find *god* in the brain, the Buddhist has a fitting answer. He is not expecting *god*, but he is searching *nothing* in the brain. Well, yes, but do you really think you will find nothing?

A crystalline essence. Crystal is transparent, almost nothing. Crystal is also beautiful. Henk always started his meditation by beating a little gong. He ended it with the gong too. An elegant ritual.

As students we meditated with Henk at 7 in the morning in *de Groene Waterman*. To make this happen we had to get up at 6. Of course, we did not skip anything of our evening and night life. Yet, the beneficial effects of meditation were supposed to compensate for lack of sleep. Regrettably, we were not sufficiently deep meditators to harvest this great effect. As a consequence, the morning sessions died a silent death.

As a student, I was always somewhat embarrassed by Henk's questions at the end of a talk. I always thought them, let's say, pretty obvious. Later I realized that I learned most from precisely these questions. They did not only reflect a way of thinking, but also a form of integrity. Science is about understanding and not about being clever.

Henk, thank you for teaching me. From you I learned about Z , the voracious destroyer, and about Ω , always the same, yet in constant transformation. You gently instructed me about the right way to manage my contacts with Kreisel. Thanks to you they always went well. You had a lasting influence on my work and my style. My second paper, on numerations, resulted from your seminar on Ershov.

Thank you for having at least a few *Eigenschaften*. They make a wonderful story.

PHILOSOPHY, FACULTY OF HUMANITIES, UTRECHT UNIVERSITY, JANSKERKHOF
13, 3512BL UTRECHT, THE NETHERLANDS

E-mail address: a.visser@uu.nl

Henk is mijn Dhamma broer.
Samen lopen we het pad van de Boeddha.
Niet hand in hand.
Soms is hij niet in zicht, vooruit of achter, ik weet het niet.
Dan zijn we weer een tijdje bij elkaar in de buurt.
Altijd weet ik dat Henk óók dit pad bewandelt en dat helpt mij.

Walk on, Henk, Walk on.
Strive on diligently!

Henk van Voorst

Variaties op bodemloze bomen

Fer-Jan de Vries

September 4, 2015

Beste Henk. Het schrijven van dit stukje brengt me zo'n veertig jaar naar een studiereis van A-Eskwadraat naar Scandinavië. Ik was student en jij was begeleider. Ik herinner me dat we samen in Kopenhagen Christiania verkenden en jij daar verrast goed bongo bleek te kunnen spelen. Je gebruikte de reis om in Oslo professor Fenstad te ontmoeten. Albert Visser en ik mochten mee naar je lezing. Dat was mijn eerste kennismaking met lambda calculus. Een spannend en ook mysterieus onderwerp. Zo'n klein taaltje, in niets lijkend op Algol en toch een heuse programmeertaal! Een van de eerste termen die je demonstreerde was de dekpuntoperator Y . Zo'n wonderlijk programmeeridee was ik niet eerder tegengekomen.

Rond die tijd zul je de definitie van Böhmboom ontwikkeld hebben, die je voor het eerst (als ik goed heb) publiceerde in je handboekartikel van 1977. Een pracht van een corecursieve definitie, die je toen ietwat voorzichtig informeel noemde. Een belangrijk begrip omdat je daarmee de gelijkheidsrelatie kon beschrijven van termen in Scotts modellen van de lambda calculus. Maar ook een bevreemdende definitie omdat die het idee van de normaal vorm van een term generaliseert, terwijl Böhm bomen zelf formeel geen lambda termen zijn.

Rond 1990 zette je samen met mijn toenmalige baas Jan Willem Klop (die protesteerde toen ik hem ooit met deze omschrijving voorstelde aan mijn vader) en Ronan Sleep het Esprit project TermGraph op. Om het herschrijven van cyclische termgrafen, (een techniek die jullie toen in Nijmegen gebruikten bij de implementatie van CLEAN) goed te begrijpen vertaalden Jan Willem, ik, Richard Kennaway en Ronan dat naar oneindig eerste orde term herschrijven.

In 1994 (ik werkte inmiddels in Japan) begonnen we de ideeën van oneindig herschrijven op lambda calculus toe te passen: de puzzelstukjes om jouw definitie van Böhmboom goed te begrijpen begonnen hun plaats te vinden.

Als je lambda calculus domweg uitbreidt met oneindige lambda termen en oneindige convergente reducties, dan, net als bij term herschrijven, kun je nu van meer termen zeggen dat ze een (eindige of oneindige) normaalvorm hebben, maar verlies je confluentie. Berarducci gaf een simpel tegenvoorbeeld: de term $(\lambda x.I(xx))\lambda x.I(xx)$ die zowel naar Ω en I^ω reduceert. Dat verlies is onprettig, al is het bevredigend dat al die verschillende dekpuntcombinatoren \mathbf{Y} nu een en de zelfde oneindige normaal vorm $\lambda f.f^\omega$ hebben.

Termen als $Y\Omega$ of $Y\lambda x.\Omega$ hebben geen normaalvorm. Je kunt ze echter met oneindige reducties reduceren naar oneindige termen, die je plastisch zou

kunnen beschrijven als oneindige boompjes met eindeloos ritselende Ω blaadjes. Jouw definitie geeft dan de idee een nieuw symbool \perp aan λ_β^∞ toe te voegen en ook een nieuwe herschrijf regel \rightarrow_\perp die zulke eindeloos ritselende termen door \perp vervangt. Als je dat doet voor een geschikt gekozen verzameling U van ritselende termen vang je twee vliegen in een klap. De calculus $\lambda_{\beta\perp_U}^\infty$ is confluent en normaliserend. En van de collectie normaalvormen is gemakkelijk een model van de lambda calculus te maken.

Als je in de \perp -regel alle onoplosbare termen door \perp mag vervangen, net zo als jij in jouw definitie doet, krijg je als normaalvormen precies jouw Böhmbomen. Maar dat is niet de enige keuze voor de verzameling U . Er zijn overaftelbaar veel van zulke verzamelingen. Jouw verzameling van onoplosbare lambda termen is de grootste. Alessandro Berarducci vond onafhankelijk van ons de kleinste verzameling van onuitspreekbare lambda termen. Dat zijn termen die hoe je ze ook reduceert altijd verder naar een redex kunnen reduceren. Jouw onoplosbare zijn precies de termen die een reduct hebben met ofwel een oneindige linker(rugge)graat ofwel een eindige linkergraat eindigend in een onuitspreekbare term. Twee van zulke termen springen in het oog: het dekpunt O van K , wat Mariangiola Dezani-Ciancaglini de Ogre noemt, en het dekpunt A van Y zelf, die je in analogie de Asceet kunt noemen. O is the term $\lambda x \lambda x \lambda x \dots$ en A is de term $((\dots)(\dots))((\dots)(\dots))$.

Met Paula Severi hebben we hier in Leicester uiteindelijk het tralie van al dit soort verzamelingen U van betekenisloze termen in kaart gebracht. Elke U leidt tot een eigen lambda model waarin alleen de termen in U met Ω geïdentificeerd worden. De verzameling van gemakkelijke termen behoort overigens niet tot dit tralie.

Nu terug naar je definitie. Je kunt je afvragen of er een variant van jouw definitie van Böhmbom mogelijk is waarvoor je geen nieuw symbool hoeft in te voeren en verder niets aan de eindige lambda calculus λ_β hoeft te veranderen. Deze vraag is nu gemakkelijk te beantwoorden: gebruik in plaats van \perp een lambda term die een normalvorm heeft met een oneindige linkergraat.

Als je dezelfde vraag stelt voor de definitie van Lévy-Longo boom, dan krijg je de Lévy-Longobomen terug mits je in plaats van \perp een lambda term neemt die een normalvorm heeft met een oneindige linkergraat met slechts eindig veel λs . Als je daarentegen, \perp vervangt door de Ogre, krijg je weer de Böhmbom terug.

In het geval van Berarduccibomen is het antwoord nog subtieler: als je \perp vervangt door de Asceet krijg je een equivalente definitie van Berarduccibomen. Maar als je \perp door de Ogre vervangt, krijg je niet je Böhmbom definitie: als je de constructie loslaat op een term met een oneindige linkergraat van applicaties is heeft de resulterende boom ook een oneindige linkergraat van applicaties.

Terugkijkend ben ik je nog steeds dankbaar dat je me indertijd kennis hebt laten maken met de lambda calculus. Het ga je goed!

Beste Henk,

Eerder in Nijmegen gekomen en later vertrokken van de RU dan ik. Onze wegen hebben zich op verschillende momenten gekruist, maar weinig op onze eigenlijke vakgebieden, die toch ook raakvlakken vertonen.

Al lang vóór je komst naar Nijmegen ontmoetten wij, nog studierend, elkaar in het Nederlands Studenten Kamer Orkest, waar jij als paukenist en ik als fagottist aan deelnam. Ook toen was jouw, maar ook mijn, belangstelling voor "de minder exacte kant van het leven" al duidelijk. Ik herinner mij intensieve hypnosesessies tijdens dat NESKO.

Enkele keren heb ik in Nijmegen deelgenomen aan jouw meditatiesessies. In het Han Fortmann Centrum troffen wij elkaar gedurende mijn laatste maanden als voorzitter van het HFC. Jouw pogingen om meer wetenschappelijke basis te leggen onder meditatie was voor mij een mogelijkheid om een lang gekoesterde wens te vervullen namelijk om het HFC een steviger positie binnen de RU te geven. Helaas is dat in die vorm niet gelukt, maar de aandacht voor onderzoek op dat gebied is, naar mijn idee, toch toegenomen.

Ik hoop dat het je goed gaat en ik neem aan dat je nog enige tijd gelegenheid hebt om aan je ambities verder te werken. Ik bewaar goede herinneringen aan onze contacten.

Pieter de Vries Robbé

Beste Henk,

We kennen elkaar al behoorlijk lang, sinds 1968 denk ik, nog wel geen 50 jaar, maar veel scheelt het niet, ongelofelijk. Ik studeerde wiskunde en jij was daarmee iets eerder begonnen en je ging ook sneller, zodat je een aardige voorsprong had. Je motiveerde me om logica te gaan studeren en bracht me in aanraking met je specialisme, de lambda-calculus. Je deed dat met het aanstekelijke enthousiasme dat je eigen is. Dat beperkte zich niet tot de wiskunde. Je speelde piano en leerde me de muziek van Erik Satie kennen. We luisterden naar grijsgedraaide grammofoonplaten waarop Rosalyn Tureck het Wohltemperierte Klavier van Bach speelde, weergaloos. Nu zijn er cd's van en die draai ik nog altijd als ik behoefte heb aan rust, afzondering of inspiratie. We lazen en reciteerden haiku's en aten spruitjes op Chinese wijze bereid.

Ik haal wat herinneringen op. Toen ik je leerde kennen speelde je slagwerk bij een dansgroep. Je was eigenlijk altijd wel aan het trommelen, of het nu op het aanrecht was, op een doosje, of op een brievenbus, meestal tamelijk gecompliceerde ritmes. Door je vader had je hypnose geleerd en dat oefende je op iedereen die zich daar voor leende, waar ik overigens niet bijhoorde. Ik herinner me een lezing met demonstratie over hypnose die je hield in de bomvolle grote collegezaal van het toenmalige Fysisch Laboratorium aan de Bijlhouwerstraat in Utrecht. Je ging wonen in de molen in Varik, waar je ook je proefschrift aan opdroeg. Georg Kreisel verbleef een half jaar in Utrecht, op uitnodiging van Dirk van Dalen. Hij werd ook je promotor. Zijn bezoek was zorgvuldig voorbereid en zo kon hij kiezen uit een paar appartementen, geselecteerd op rustige ligging en geriefelijkheid. Hij wees ze allemaal resoluut af, om uiteindelijk met niets anders genoegen te nemen dan een verblijf in de molen. Zo had je een half jaar je promotor in huis.

Na je promotie ging je een jaar naar Stanford. Daar schreef je een artikel met de prikkelende titel Pairing without Conventional Constraints, over de ondefinieerbaarheid van surjectieve paring in de lambda-calculus. Dat artikel heeft veel invloed gehad op mijn eigen werk, waarin surjectieve paring een hoofdrol speelde. Uit dat artikel en aantekeningen van jou die verder nooit zijn gepubliceerd, destilleerde ik Barendregt's Lemma, waarover ik schreef in de bundel bij je 60ste verjaardag.

Bij mijn eigen promotie speelde je een cruciale rol. Ik zat vast en vroeg jou of je m'n promotor wilde zijn, naast Wouter Peremans, bij wie ik in Eindhoven was begonnen. Dat pakte heel goed uit. Jij gaf precies de combinatie van stimulans en vertrouwen die ik op dat moment nodig had. Toen alles in kannen en kruiken leek vond je dat er nog wel een inleiding bij moest worden geschreven die de vijf artikelen met diverse onderwerpen zou verbinden en in een algemeen perspectief plaatsen. Dat was makkelijk gezegd, maar ik zat met de handen in het haar. Je bood ook de oplossing. Je nodigde me uit in je nieuwe huis in Beek-Ubbergen, nog vrijwel helemaal leeg en zonder meubels. Ik sliep op een matrasje in de woonkamer, waar verder alleen een tafel en een stoel stonden. Daar mocht

ik plaatsnemen en schrijven, volledig verzorgd. Jij zorgde voor eten, kopjes thee en alles wat verder nodig was. Na twee of drie dagen, precies herinner ik het me niet meer, was het gepiept.

Er zou veel meer zijn op te halen, maar voor hier is dit wel voldoende. Henk, dank voor je vriendschap, je steun, voor alles wat we gedeeld hebben en waar je m'n leven mee hebt verrijkt. Ik wens je nog veel fijne jaren. Je mag dan wel "afscheid" nemen, het zal je geen moeite kosten die jaren interessant te maken en te vullen met dingen waar je warm voor loopt, altijd met het aanstekelijke enthousiasme dat we van je kennen.

Het ga je goed,
Roel de Vrijer

Beste Henk,

Ik weet nog dat de eerste keer dat ik van je hoorde: mijn broertje vertelde over zijn docent in de Master Wiskunde die ook serieus aan meditatie deed. Ik was vol bewondering! Toen had ik niet kunnen bedenken dat we jaren later samen zouden werken aan subsidie aanvragen, studies, en bijeenkomsten. Als wereld-beroemde wiskundige die ook meditatie leraar is was je een soort “contemplative scientist” avant la lettre.

Contemplatieve wetenschap is de wetenschap die niet alleen gaat over contemplatieve beoefening zoals concentratie meditatie en gewaarzijn meditatie, maar ook door de wetenschappers zelf beoefend wordt. Tegelijkertijd zijn er maar weinig wetenschappers die daadwerkelijk ook een serieuze meditator zijn naast hun



wetenschappelijke werk. Nog minder zijn er die een kwantitatieve achtergrond hebben en denken over computationele modellen van de geest, en meditatie in het bijzonder. Terwijl toch het de kracht van het detail die afgedwongen wordt door het modelleren zoveel kan toevoegen aan het begrijpen van meditatie.

Ik hoop dat we in de komende jaren die modellen van meditatie ondanks het pensioen samen verder kunnen ontwikkelen. Ik heb tot nu toe je input als zowel wetenschapper als meditator erg gewaardeerd. Het is fijn om zo'n klankbord te hebben, en belangrijk om te zorgen dat dit een goede en krachtige theorie wordt waar toekomstige generaties mee verder kunnen.

Zoals je ergens in je artikelen schrijft: zowel wiskunde als meditatie zijn methodes om de geest te scherpen. De maatschappij heeft de wijsheid die uit deze beide methodes komt hard nodig. Zonder de wijsheid van meditatie is

de wetenschap niet gegrond in menselijk welzijn, en is het makkelijk om de verkeerde of irrelevante vragen te stellen. Zonder de zorgvuldigheid van de wiskunde (of het wiskundig denken zoals in cognitief modelleren gebruikelijk is) is het makkelijk om slordige theoriën op te stellen over wat meditatie met de menselijke geest doet.

In de komende jaren zie ik voor me dat jouw inzichten nog veel wetenschappelijk onderzoek en nieuwe inzichten in het functioneren van de geest genereren. Een van jouw grote bijdragen is het daarbij niet alleen te hebben over hoe meditatie ons misschien kan helpen ontspannen of concentreren, maar ook over hoe het een pijnlijke weg naar zelf inzicht kan zijn. Dit is ene belangrijk onderdeel van het volwassen worden van het vakgebied. Maar niet alleen je wetenschappelijke onderzoek, als ook je belichaamde wijsheid zal een boel mensen helpen om beter om te gaan met hun lijden en een beetje vrede te vinden.

Tenslotte wil ik ook memoreren aan de dingen die je hebt gedaan om mij als jonge wetenschapper te helpen. Door me uit te nodigen voor workshops (de workshop op het Lorentz Centre waar een aantal van de meest vooraanstaande wetenschappers aanwezig waren zal ik niet snel vergeten! zie ook bijgaande foto), congressen (vooral het memorabele International Conference on Mindfulness congres in Rome) en bijeenkomsten heb je geholpen om mijn werk aan de wereld kundig te maken zodat ik mijn eerste stapjes op de wetenschappelijke ladder kan zetten. Ik hoop dat ik kan helpen om met mijn werk ook jouw visie voor meditatie en wetenschap verder te dragen.

Ik hoop dat je in de komende jaren zult kunnen genieten van je extra tijd en je meer aan meditatie kunt wijden. Heel veel geluk met alles!

Marieke van Vugt

Het was een wonderlijke kennismaking, ergens eind negentiger jaren: ik had Henk nooit ontmoet, en hij nodigde me uit om hem om 23.00 u 's nachts op te komen halen in een jeugdhoeve, ver van de bewoonde wereld. Daar, temidden van andere orkestleden, met een dirigent die steeds zei: opnieuw! - tussen de herhalingen door, zag ik een vitale kale man achter de pauzen: dat moest Henk dan wel zijn.

De aanloop tot deze afspraak was ook bijzonder: een gemeenschappelijke vriendin vertelde me dat ik Henk eens moest ontmoeten, met zijn interesse en eruditie in boeddhisme en zijn meditatie praktijk. En hij had er een paar artikelen over geschreven... en ik was daar ook mee bezig en schreef daar ook over. Die artikelen las ik en na een mailwisseling kwam zo een eerste ontmoeting tot stand en later meer. Lange gesprekken, en grote gastvrijheid, waarvoor ik ook Lidia hartelijk wil danken. Henk's artikelen over boeddhistische fenomenologie, en 'voorbij aan mystiek' uit de negentiger jaren zijn naar mijn idee nog steeds mijlpalen, in doordenken van de processen van lichaam en geest, en vooral ook: van beschrijven van directe ervaringen, 'first person research'. Pratend, reflecterend over het 'cover-up' model, over knopen ontwarren, de afgrond, temmen van existentiële angst en zien hoe meditatie werkt: met een geleidelijke vermindering van onvrijheid, ruimere perspectieven en groter worden van je keuzemogelijkheden - over depersonalisatie en dissociatie hadden we ook wel eens uiteenlopende inzichten, maar de uitwisselingen waren altijd boeiend en open.

Ik kijk terug naar een paar andere 'foto's', beelden van herinneringen die opkomen. Meditatie retraites: begin van de nieuwe eeuw, een paar jaar lang kwam Ven. Sayadaw U Nandamala, Birmees Abhidhamma geleerde ons inwijden in de vroege boeddhistische psychologie, in Naarden. Een frêle man met immens krachtige geest. De mathematische structuren en de logica van deze vroege systemen van de mind waren ook toen zeer aan Henk besteed.

In 2004 heb ik me vereerd gevoeld met Henk's uitnodiging om ook een presentatie te houden bij de Workshop die hij mee-organiseerde 'Buddhist Inspired Models of the Mind', in Stirling, UK. Bij Henk moet ik denken aan de uitspraak 'a Buddhist travels lightly', in mijn herinnering, met weinig 'bagage' letterlijk en figuurlijk - belangrijkste attriboot: de laptop in zijn rugzak, en enige data sticks.

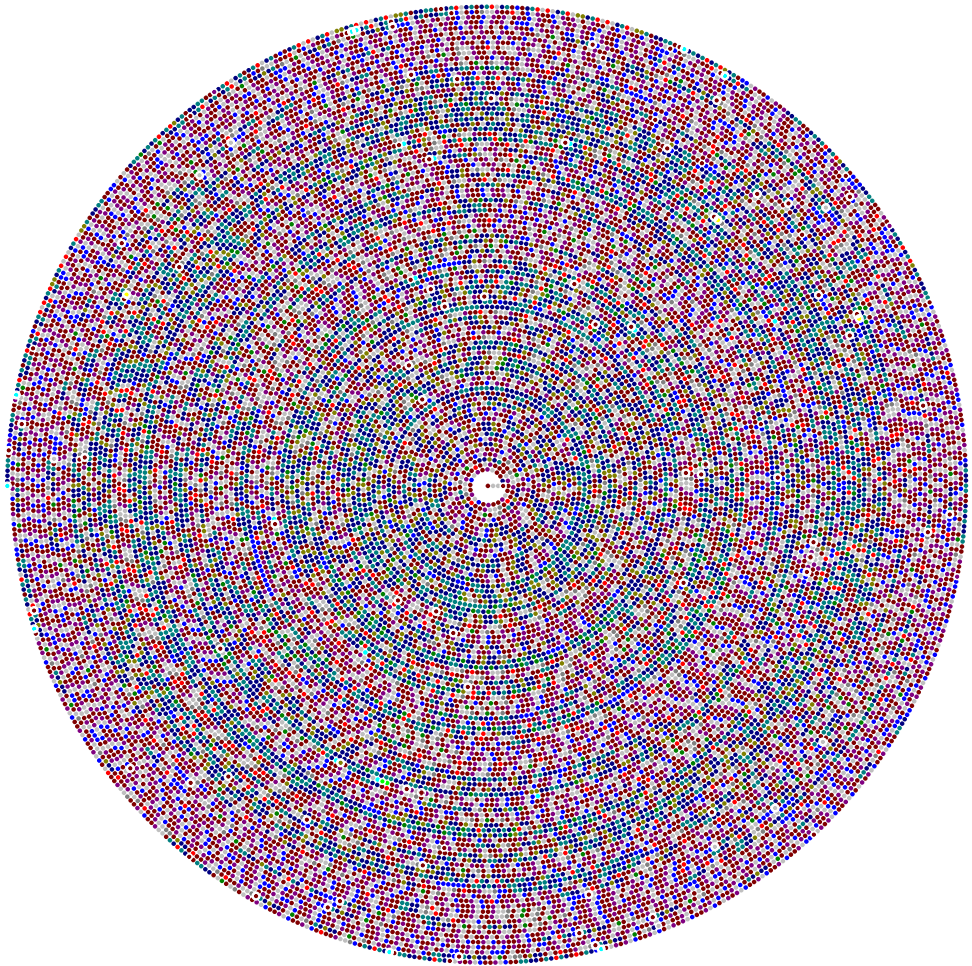
Meer foto's met herinneringen... een paar talenten van Henk, die zo in me opkomen:

Een talent voor metaforen, Henk kan in heel eenvoudige bewoordingen diepe existentiële kwesties uitleggen, in de vipassana meditatie instructies en dhamma lessen die hij geeft. Bijvoorbeeld over de aap en de banaan: de apenhand in de fles die de banaan pakt en niet meer los wil laten... en deze hand-banaan kan niet meer door de fles opening eruit, waardoor de aap (mind) 'vast' zit in zijn verslaving, en makkelijk gevangen kan worden.

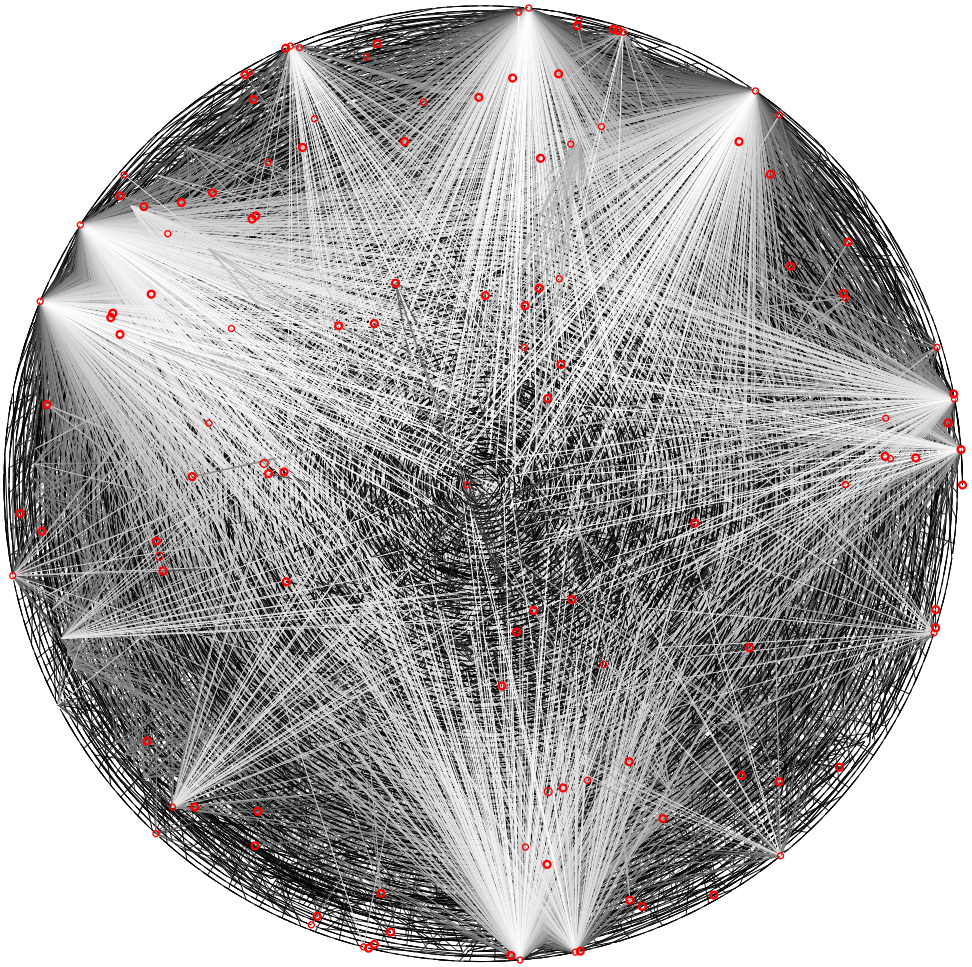
Een talent voor ongekunstelde interesse, in iedereen... ergens in de trein - of in een restaurant, zal Henk vaak doorvragen aan degene die bedient, over achtergronden, bij het gerecht en bij diens leven.

En... een talent voor vriendschap, ook wanneer je elkaar maar zelden ziet en spreekt. Met dat talent ben ik blij, en ik verheug me op een volgende ontmoeting.

Adeline van Wanang



3 axioms (yellow)
20 definitions (aqua)
1 type definition (lime)
696 beta reductions (red)
7,573 rewrite steps (maroon)
28,027 sequents (colored dots)
15,791 different sequents
15,567 alpha-different sequents
84 named sequents (large circles)
123 lemmas (small circles)
3 named sequents that don't end a lemma
10 files
1 proof





FARA SABINA EN HENK BARENDREGT 2013.

EEN BOOM VERTELT OVER HONDERD JAREN. DE STILTE VAN EEN
SECONDE VERTELT OVER ZO VELE JAREN MEER. DE ONTMOETING MET
JE WISSEID KAN NIET MEER IN JAREN GETELD WORDEN.
DANK HENK VOOR DE STILTE EN JE WISSEID. -ERNESTINE-

TIJD

TIJD – HET IS VREEMD, HET IS VREEMD MOOI OOK
NOOIT TE ZULLEN WETEN WAT HET IS

EN TOCH, HOEVEEL VAN WAT ER IN ONS LEEFT IS OUDER
DAN WIS, HOEVEEL DAARVAN ZAL ONS OVERLEVEN

ZOALS EEN PASGEBOREN KIND KIJKT ALSOF HET KIJKT
NAAR IETS IN ZICHZELF, IETS ZIET DAAR
WAT HET MEEKREEG

ZOALS REMBRANDT KIJKT OP DE LAATSTE PORTRETTEEN
VAN ZICHZELF ALSOF HIJ ZIET WAAR HIJ HEENGAAT
EEN VERTE VOORBIJ ONZE OGEN

HET IS VREEMD MAAR OOK VREEMD MOOI TE BEDENKEN
DAT OOI NIEMAND MEER ZAL WETEN
DAT WE HEBBEN GELEEFD

TE BEDENKEN HOE NU WE LEVEN, HOE HIER
MAAR OOK HOE NIETS ONS LEVEN ZOU ZIJN ZONDER
DE ECHO'S VAN DE ONBEKENDE DIEPTEN IN ONS HOOFD

NIET DE TIJD GAAT VOORBIJ, MAAR JIJ, EN IK
BUITEN ONZE GEDACHTEN IS GEEN TIJD

WE STONDEN DEZE ZOMER OP DE RAND VAN EEN DAL
OM ONS HEEN ALLEEN WIND

RUTGER KOPLAND

Niks is voor Henk te veel,

Hij is een man van de wereld en een man van het woord. Dat kunnen wij, de leden van het Yogahouse uit Arnhem, zeggen. De kennismaking met Henk Barendregt heeft bij ons een bijzonder positieve indruk achtergelaten.

Vorige jaar november 2014 hebben we H.B. uitgenodigd om een workshop over vipassana (inzichtmeditatie) bij ons te komen geven. Het was bij ons al bekend dat Henk een heel drukke agenda had maar we hoopten van harte dat hij voor ons ruimte vrij zou kunnen maken en onze gast wilde zijn. En ja, hij reageerde positief op onze uitnodiging.

Heel blij waren we met zijn toezegging maar het overviel ons ook een beetje. Aangezien het Yogahouse pas opgericht was, hadden we nog niet genoeg meditatie matjes en -kussens. Gauw gingen we nog extra meditatie matjes en kussens naaien en meditatiekrukjes bestellen. Daarnaast ook flyers maken en verspreiden. Een prettige werkstress was voelbaar. In no time waren we volgeboekt. De zaal was groot genoeg maar de belangstelling om H.B. van dichtbij te mogen zien en horen spreken, was groter dan onze zaal. En zo ontstond er een wachtlijst.

Maar toen, een week vlak voor dat Henk bij ons een workshop zou komen geven stuurde hij nog een mail. Hij liet ons weten dat hij voor een paar dagen naar een congres over de hersenactiviteit ergens in Scandinavië moest zijn en vervolgens zou hij nog vandaaruit door reizen naar Zwitserland, waar hij naar een begrafenis van een dierbare oude leraar van hem zou gaan. Och nee dachten wij tijdens het lezen. Hij moet ons cancelen en het idee alleen al maakte ons verdrietig.

Maar niks was minder waar. In datzelfde mailtje, in de laatste zin, gaf Henk aan dat hij van plan was om met de nachtrein vanuit Zwitserland direct naar Arnhem te komen en zo zou hij een uur voor aanvang van zijn workshop aanwezig kunnen zijn. Hij vroeg alleen of hij ergens bij ons kon gaan douchen en of we eventueel een eenvoudige ontbijtje konden verzorgen. Nou, we konden onze ogen niet geloven. Hij kwam gewoon! Ondanks zijn vele bezigheden, belangrijke congressen en seminars waar hij deel aan nam, liet hij ons niet in de 'steek'. Het maakte enorm indruk op ons en het gaf ook een treffend voorbeeld aan: qua tijd-planning, doorzettingsvermogen en houden aan zijn woord. Kennelijk is Henk niets te veel en kan hij in ware aandacht zijn tijd en energie goed verdelen.

Uiteindelijk, was zijn terugreis een beetje anders gegaan. Hij hoefde niet met de nachtrein te reizen maar hij had wel een lange rit achter de rug. Niets kon hem tegen houden om op tijd voor zijn workshop aanwezig te zijn. Hij was in een goede en opgewekte stemming en het was niet aan hem te zien dat hij moe was of dat hij chagrijnig was door te weinig slaap. Kortom, hij was in top vorm en sprak vriendelijk met de binnenkomende gasten.

De workshop was boeiend. We hingen aan zijn lippen. Zijn voorbeelden kwamen uit de kunst, de muziek, de wetenschap en andere onverwachte hoekjes en met humor er doorheen. Allemaal zeer inspirerend, van een prachtige eenvoud. Voor velen heel herkenbaar. Na een korte pauze haastte iedereen weer de zaal in om verder daarvan te mogen 'smullen'!

Na afloop was het voor Henk niet te veel om aan te schuiven bij de tafel en met een kopje thee nog verder met de belangstellenden te praten en vele vragen te beantwoorden.

Na aanleiding van de workshop werd later besloten om een vaste vipassana – inzichtmeditatiegroep in het Yogahouse in Arnhem te starten. Het geeft een veilig gevoel dat er gelegenheid is om iedere week in de groep, o.b.v. Henk Barendregt en/of zijn assistenten, te mogen mediteren.

Het vraagt tijd, geduld en discipline om alledaagse hindernissen toe te laten en vervolgens los te laten en tegelijk de helpende eigenschappen, die we allemaal in ons hebben, verder te ontwikkelen.

Henk Barendregt heeft aan ons allen laten zien dat het mogelijk is en dat we, als we dat willen, allemaal in staat zijn om innerlijke rust, vrijheid, een gelukkiger leven en een betere wereld te creëren.

Het geeft nu al een grote vreugde om nog meer van deze materie van Henk te mogen leren.

Namens het Yogahouse



Beste Henk,

In een zeer grijs verleden was jij de eerste die liet zien dat je met alleen maar de regel

$$a(a(a(S, x), y), z) \rightarrow a(a(x, z), a(y, z))$$

afgekort tot

$$Sxyz \rightarrow xz(yz)$$

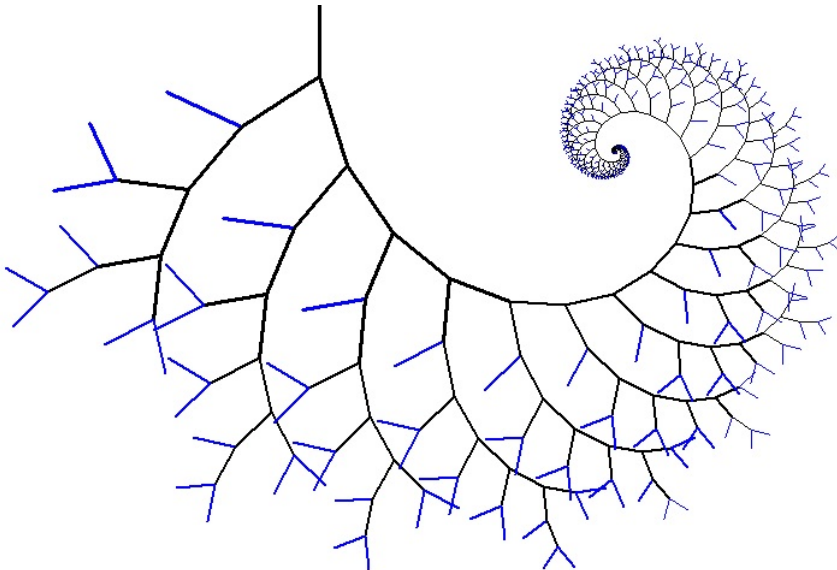
een oneindige berekening kunt maken, en wel eentje die begint met

$$SSS(SSS)(SSS).$$

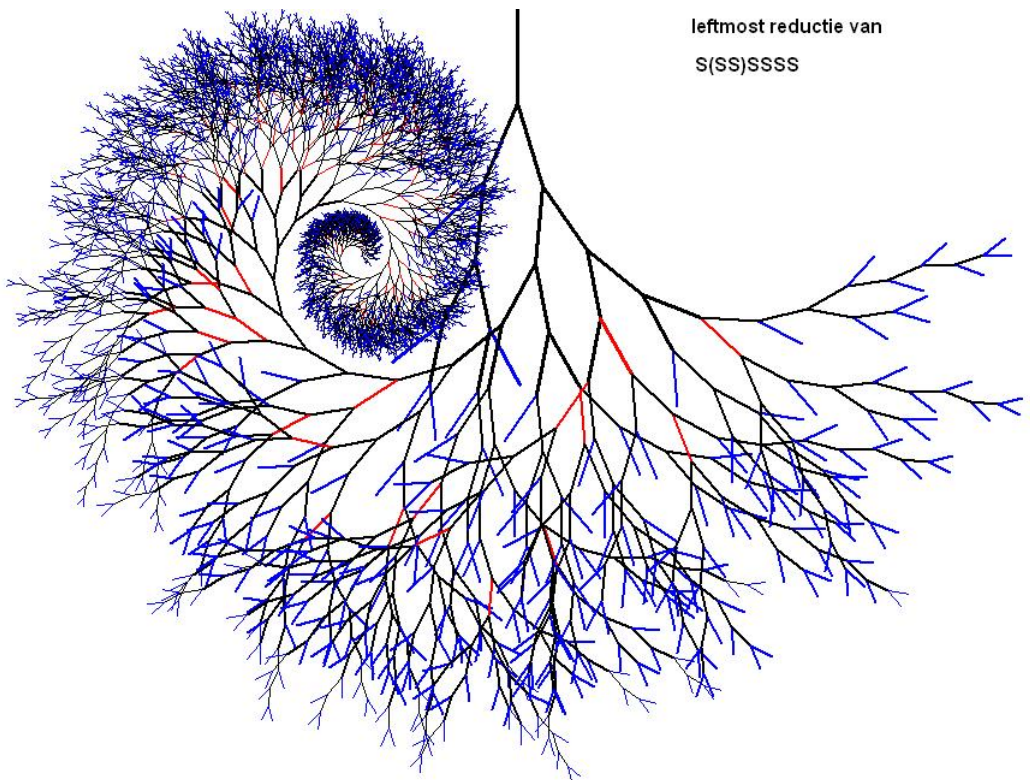
Zulke S -termen kun je weergeven als binaire boom; omdat elke knoop een applicatie is en elk blad een S , hoef je daarbij de knopen of bladeren niet verder te labelen.

Oneindige berekeningen leveren ook oneindige bomen, en om die te kunnen tekenen ligt het voor de hand om de kanten in de boom korter te tekenen als ze dieper in de boom zitten.

Als je begint met $STT(STT)$, waarbij T een afkorting is voor SS is er ook een oneindige berekening, zoals Johannes Waldmann heeft laten zien, en wel een bijzondere: bij elke term die je daarin tegenkomt is er precies één redex: een plek waar je de regel kunt toepassen. Als je dit oneindig lang voortzet, ziet de resulterende oneindige boom er als volgt uit:



De kleinste S -term waarmee je een oneindige berekening kunt maken heeft slechts 7 S -en, en daarvan zijn er twee. Een daarvan is $S(SS)SSSS$, gevonden door Baron en Duboué. De oneindige berekeningen die je hiermee kunt maken zien er heel anders uit dan in het eerste voorbeeld: na een paar stappen wemelt het al van de redexen. Om de wildgroei van deze redexen in toom te houden, kun je de regel steeds alleen maar toe op de meest linkse redex toepassen, resulterend in de zogeheten *leftmost reductie*. Een heleboel redexen komen dan nooit aan de beurt; in de resulterende oneindige boom zitten dan zelfs nog oneindig veel redexen. Deze ziet er als volgt uit:



Het is een wonder hoe een zo'n simpele regel tot exotische patronen en bijzondere eigenschappen aanleiding kan geven.

Hans Zantema.

Contents

Daan Admiraal	1
Krzysztof Apt	3
Herman & Mickey Barendregt	5
Erik Barendsen	7
Paul Boersma	9
Eerke Boiten	11
Dingeman Boot	12
Wieb Bosma	13
Harry Buhrman	15
Pien Claassen	17
Han Collewyn	18
Dirk van Dalen	20
Wil Dekkers	21
Kees Doets	22
Gilles Dowek	24
Marko van Eekelen & Lianne Dirven	26
Arnica Elsendoorn	28
Peter van Emde Boas	29
Fiona Geraets	31
Herman Geuvers	32
Silvia Ghilezan	34
Fabio Giommi	35
Addy de Graaf	37
Pauline de Groot	38
Helle Hvid Hansen	40
Pieter Hartel & Wim Vree	41
Gert Heckman	43
Jotika Hermsen	44
Wim H. Hesselink	45
Marieke Huisman	47
Tonny Hurkens	48
Rob Ista & Patricia Rudolph	50
Bart Jacobs	52
Dick de Jongh	54
Jan Willem Klop	56
Pieter Koopman & Rinus Plasmeijer	58
Robbert Krebbers	60
Jan Kuper	62
Klaas Landsman	64

Hendrik Lenstra	66
Giuseppe Longo	67
Victor Marek	68
James McKinna	70
Simone Meeuwssen	72
Nicole Messink	73
John-Jules Meyer	74
Jolanta Missiuro	76
Rob Nederpelt	77
Ruud Nieuwenhuys & Suzanne Bakker	78
Jan Osse	79
Rinus Plasmeijer & Peter Achten	80
Randy Pollack & Masahiko Sato	82
Andrew Polonsky	84
Vera Prijs	86
Piet Rodenburg	87
Simona Ronchi Della Rocca	88
Rick Statman	89
Sebastiaan Terwijn	91
Monique Teunissen	93
Hans Tonino	94
Josef Urban	96
Paweł Urzyczyn	98
Jan G. Veening	100
Albert Visser	102
Henk van Voorst	104
Fer-Jan de Vries	105
Pieter de Vries Robbé	107
Roel de Vrijer	108
Marieke van Vugt	110
Adeline van Waning	112
Freek Wiedijk	113
Ernestine de Wilde de Ligny	115
Yogahouse	117
Hans Zantema	119